



Serie **Salud y Nutrición**

# Actividad Física y Salud

SARA MÁRQUEZ ROSA  
NURIA GARATACHEA VALLEJO  
(Directoras)

**SARA MÁRQUEZ ROSA**  
**NURIA GARATACHEA VALLEJO**  
**(Directoras)**

# **ACTIVIDAD FÍSICA Y SALUD**

Reservados todos los derechos.

“No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright”

© Sara Márquez Rosa y Nuria Garatachea Vallejo, 2009  
(Libro en papel)

© Sara Márquez Rosa y Nuria Garatachea Vallejo, 2013  
(Libro electrónico)

Ediciones Díaz de Santos, S.A.  
Albasanz, 2  
28037 MADRID  
www.editdiazdesantos.com  
ediciones@editdiazdesantos.com

Fundación Universitaria Iberoamericana  
E-mail: [funiber@funiber.org](mailto:funiber@funiber.org)

ISBN: 978-84-9969-516-7 (libro electrónico)  
ISBN: 978-84-7978-934-3 (Libro en papel)



## Relación de autores

---

### **Eduardo Álvarez del Palacio**

Departamento de Educación Física y Deportiva.  
Universidad de León.

### **Claudia Cardona González**

Departamento de Ciencias Morfológicas y Fisiología.  
Universidad Europea de Madrid.

### **José Antonio Casajús Mallén**

Departamento de Fisiatría. Universidad de Zaragoza.

### **Carolina Chamorro Viña**

Departamento de Ciencias Morfológicas y Fisiología.  
Universidad Europea de Madrid.

### **Serafín de Abajo Olea**

Departamento de Ciencias Biomédicas. Universidad  
de León.

### **José Antonio de Paz Fernández**

Departamento de Ciencias Biomédicas. Universidad  
de León.

### **Fernanda de Souza Texeira**

Departamento de Fisiología del Ejercicio y del Entrenamiento Deportivo. Universidad Europea Miguel de Cervantes.

### **Arturo Díaz Suárez**

Departamento de Didáctica de la Expresión plástica, Musical y Dinámica. Universidad de Murcia.

### **Cecilia Dorado García**

Departamento de Educación Física. Universidad de las Palmas de Gran Canaria.

### **Nuria Garatachea Vallejo**

Departamento de Ciencias Biomédicas. Universidad de León. Departamento de Fisiología del Ejercicio y del Entrenamiento Deportivo. Universidad Europea Miguel de Cervantes.

### **Enrique Garcés de los Fayos Ruíz**

Departamento de Personalidad, Evaluación y Tratamiento Psicológico. Universidad de Murcia.

### **David García-López**

Departamento de Fisiología del Ejercicio y del Entrenamiento Deportivo. Universidad Europea Miguel de Cervantes.

### **Fernando Gimeno Marco**

Departamento de Psicología y Sociología. Universidad de Zaragoza.

### **René González Boto**

Departamento de Educación Física y Deportiva. Universidad de León.

### **Javier González Gallego**

Departamento de Ciencias Biomédicas. Universidad de León.

### **Pedro Jara Vega**

Departamento de Psicología Básica y Metodología. Universidad de Murcia.

### **Alfonso Jiménez Gutiérrez**

Departamento de Fundamentos de la Motricidad y del Entrenamiento Deportivo. Universidad Europea de Madrid.

## VIII *Actividad física y salud*

### **José Antonio López Calbet**

Departamento de Educación Física. Universidad de las Palmas de Gran Canaria.

### **José López Chicharro**

Departamento de Enfermería. Universidad Complutense de Madrid.

### **Pedro Ángel López Miñarro**

Departamento de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad Católica San Antonio de Murcia.

### **Mariano Mañas Almendros**

Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos. Universidad de Granada.

### **Juan Francisco Marcos Becerro**

Presidente del Instituto de Longevidad y Salud.

### **Sara Márquez Rosa**

Departamento de Educación Física y Deportiva. Universidad de León.

### **Emilio Martínez de Victoria Muñoz**

Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos. Universidad de Granada.

### **Raquel Martínez García**

Departamento de Educación Física y Deportiva. Universidad de León.

### **Olga Molinero González**

Departamento de Educación Física y Deportiva. Universidad de León.

### **Aurelio Olmedilla Zafra**

Departamento de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad Católica San Antonio de Murcia.

### **Margarita Pérez Ruiz**

Departamento de Ciencias Morfológicas y Fisiología. Universidad Europea de Madrid.

### **Jesús Ramírez Rodrigo**

Profesor de Fisiología. Universidad de Granada.

### **Pilar Sainz de Baranda Andújar**

Departamento de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad Católica San Antonio de Murcia.

### **Alfonso Salguero del Valle**

Departamento de Educación Física y Deportiva. Universidad de León.

### **Pilar Sánchez Collado**

Departamento de Ciencias Biomédicas. Universidad de León.

### **Gema Torres Luque**

Departamento de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad Católica San Antonio de Murcia.

### **Concepción Tuero del Prado**

Departamento de Educación Física y Deportiva. Universidad de León.

### **Germán Vicente-Rodríguez**

Departamento de Fisiología. Universidad de Zaragoza.

### **Carmen Villaverde Gutiérrez**

Catedrática de Fisiología. Profesora de Fisiología. Universidad de Granada.

### **Laura Vives Benedicto**

Departamento de Psicología Básica y Metodología. Universidad de Murcia.

### **M<sup>a</sup> Dolores Yago Torregrosa**

Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos. Universidad de Granada.



# Índice

---

<b>Presentación.....</b>	<b>XVII</b>
<b>I • CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y LA SALUD.....</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo 1 • Salud y efectos beneficiosos de la actividad física (Serafín de Abajo Olea y Sara Márquez Rosa).....</b>	<b>3</b>
1. Introducción y conceptos.....	3
2. Relación entre la actividad física y la salud cardiovascular .....	5
3. Relación entre actividad física y diabetes .....	7
4. Relación entre actividad física y obesidad .....	7
5. Relación entre actividad física y síndrome metabólico .....	9
6. Relación entre actividad física y cáncer .....	9
7. Relación entre actividad física y salud ósea y muscular .....	10
8. Relación entre actividad física y salud mental.....	11
9. Relación entre actividad física y mortalidad global .....	12
10. Recomendaciones.....	12
<b>Capítulo 2 • Evolución histórica y análisis de los contenidos de la actividad física como forma de salud (Eduardo Álvarez del Palacio) .....</b>	<b>15</b>
1. Introducción.....	15
2. Actividad física y salud en la antigüedad clásica .....	17
3. Higiene y salud en la época del Imperio Romano: la obra de Claudio Galeno.....	20
4. Las enseñanzas de la edad media.....	23
5. El ejercicio físico en la medicina del Renacimiento.....	26
6. La actividad física como medio de salud en las culturas modernas .....	30
<b>Capítulo 3 • Estilos de vida y actividad física (Concepción Tuero del Prado y Sara Márquez Rosa).....</b>	<b>35</b>
1. Salud y estilo de vida en nuestros días .....	35
2. Evolución histórica del concepto de estilo de vida.....	37
3. ¿Qué se entiende por estilo de vida en el marco de la actividad física?: su vinculación con el concepto calidad de vida.....	38

<b>X</b>	<i>Actividad física y salud</i>	
4.	Obstáculos para la práctica de actividad física .....	40
5.	Autoconcepto y estilos de vida .....	44
6.	Continuidad de los hábitos de actividad física a lo largo de la vida .....	45
7.	Recomendaciones y pautas para la actividad física saludable en función de los grupos de población .....	48
	<b>Capítulo 4 • Estrategias de medición y valoración de la actividad física</b> <i>(Concepción Tuero del Prado y Sara Márquez Rosa)</i> .....	51
1.	Introducción .....	51
2.	La valoración de la actividad física .....	52
3.	Los cuestionarios o procedimientos de autoinforme .....	57
4.	Consideraciones generales en el uso de métodos de valoración de la actividad física .....	66
5.	Ventajas en el uso de los cuestionarios .....	68
<b>II</b>	<b>• ASPECTOS PSICOSOCIALES DE LA ACTIVIDAD FÍSICA COMO ELEMENTO DE SALUD</b> .....	<b>69</b>
	<b>Capítulo 5 • Actividad física y bienestar subjetivo</b> <i>(Sara Márquez Rosa y René González Boto)</i> .....	71
1.	Introducción.....	71
2.	El bienestar subjetivo.....	71
3.	Calidad de vida .....	78
4.	Autoconcepto y autoestima .....	89
5.	Autoeficacia .....	92
6.	La imagen corporal.....	95
	<b>Capítulo 6 • Relación entre actividad física y salud mental: El papel del ejercicio en personas con depresión</b> <i>(René González Boto y Sara Márquez Rosa)</i> .....	99
1.	Introducción.....	99
2.	Conceptos básicos y descripción clínica de la depresión .....	101
3.	Prevalencia e impacto social de la depresión .....	103
4.	Etiología de la depresión .....	103
5.	Efectos de la depresión e importancia del ejercicio físico.....	105
6.	Tratamiento de la depresión: el ejercicio físico como terapia.....	106
7.	Prescripción de ejercicio para personas depresivas.....	110
	<b>Capítulo 7 • Efectos del ejercicio sobre el sueño</b> <i>(Alfonso Salguero del Valle y Olga Molinero González)</i> .....	115
1.	Introducción.....	115
2.	Definición de sueño .....	115
3.	Fases del sueño .....	116
4.	Trastornos del sueño .....	118
5.	Sueño y edad .....	119
6.	Sueño y actividad física .....	121

7. Evaluación del sueño.....	122
8. Recomendaciones para dormir mejor .....	124
<b>Capítulo 8 • Riesgos del ejercicio</b> ( <i>Olga Molinero González y Raquel Martínez García</i> ).....	127
1. Definiciones y aspectos conceptuales .....	127
2. Riesgos derivados del marco en el que se realiza el ejercicio .....	129
3. Riesgos derivados del mal uso del ejercicio .....	132
4. Riesgos en poblaciones específicas .....	135
5. Seguridad y prevención en la práctica del ejercicio .....	138
6. Ejercicios desaconsejados y mitos sobre actividad física.....	138
7. Conclusiones .....	139
<b>Capítulo 9 • Implicaciones psicosociales de las lesiones deportivas</b> ( <i>Fernando Gimeno Marco</i> ).....	143
1. Práctica deportiva y lesiones.....	143
2. Factores psicosociales implicados en las lesiones .....	144
3. Estrés psicosocial y vulnerabilidad ante las lesiones.....	147
4. Estrategias psicológicas para la prevención de lesiones.....	148
5. Intervención psicológica postlesional.....	154
<b>Capítulo 10 • El sobreentrenamiento desde una perspectiva psicológica</b> ( <i>René González Boto y Sara Márquez Rosa</i> ).....	157
1. Introducción .....	157
2. Definiciones y aspectos conceptuales .....	158
3. Tipos de sobreentrenamiento .....	160
4. Aportaciones de la psicología del deporte en el concepto de sobreentrenamiento .....	161
5. Etiología del sobreentrenamiento .....	161
6. Hipótesis explicativas del sobreentrenamiento en el deporte: perspectiva psicológica .....	163
7. Hipótesis relacionada con el estado de estrés-recuperación.....	169
8. Prevención del sobreentrenamiento .....	172
9. Tratamiento del sobreentrenamiento .....	173
<b>III • ANÁLISIS DE LA INICIACIÓN Y ADHERENCIA A PAUTAS DE ACTIVIDAD FÍSICA SALUDABLE.....</b>	<b>175</b>
<b>Capítulo 11 • Motivación para la práctica de actividad física y deportiva</b> ( <i>Pedro Jara Vega, Laura Vives Benedicto y Enrique Garcés de los Fayos</i> ).....	177
1. Contextualización de la motivación en la actividad física y deportiva.....	177
2. Tipos, estilos y teorías de la motivación .....	179
3. Motivos, actitudes y comportamientos de práctica .....	183
4. Influencia de la autoconfianza en el mantenimiento de la motivación .....	184
5. Estrategias para el establecimiento de objetivos .....	186
6. Desarrollo y optimización de la motivación: la influencia de las creencias en la motivación hacia los objetivos .....	188

## XII *Actividad física y salud*

<b>Capítulo 12 •• Factores sociales y psicológicos asociados a la realización de ejercicio físico</b> ( <i>Enrique Garcés de los Fayos y Arturo Díaz Suárez</i> ).....	193
1. Algunos aspectos para la comprensión de los factores que están en el origen y mantenimiento del ejercicio físico .....	193
2. Componentes personales relacionados con la práctica de ejercicio físico.....	196
3. Influencia de los factores familiares que inciden en la realización de actividad física.....	199
4. Factores sociales implicados en la práctica de ejercicio.....	203
5. Pautas para la potenciación de los factores que favorecen la realización de ejercicio .....	206
<b>Capítulo 13 •• Diseño y desarrollo de programas de actividad física y deportiva</b> ( <i>Enrique Garcés de los Fayos y Arturo Díaz Suárez</i> ) .....	209
1. Programar y planificar la actividad física y deportiva .....	209
2. Aspectos previos para el diseño del programa: necesidad, objetivos y recursos.....	213
3. Componentes esenciales en la elaboración y aplicación de programas .....	217
4. Elementos a considerar en la evaluación de programas.....	219
5. Una propuesta práctica.....	220
<b>Capítulo 14 •• Adherencia y abandono en la actividad física y deportiva</b> ( <i>Sara Márquez Rosa, Laura Vives Benedicto y Enrique Garcés de los Fayos</i> ).....	225
1. Concepto y explicación de la adherencia .....	225
2. Estrategias para fomentar la adherencia.....	229
3. Modelos explicativos del abandono.....	233
4. Pautas para la prevención del abandono .....	236
<b>Capítulo 15 •• Tipos de investigación en el ámbito de la actividad física y la salud</b> ( <i>Aurelio Olmedilla Zafra, Pedro Ángel López Miñarro y Pilar Sainz de Baranda Andújar</i> ).....	239
1. Influencia de factores psicosociales en los hábitos de práctica de actividad física.....	239
2. Lesiones y actividad física: investigaciones y aspectos metodológicos .....	247
<b>IV • EL CONTROL Y PRESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD FÍSICA PARA LA SALUD .....</b>	<b>253</b>
<b>Capítulo 16 •• Evaluación del estado de salud en un marco no médico</b> ( <i>José Antonio de Paz Fernández, Fernanda de Souza Texeira y David García-López</i> ).....	255
1. Introducción.....	255
2. Riesgo de accidente y/o lesión durante la práctica de la actividad física .....	256
3. Valoración del estado de salud. Valoración del riesgo previo a la práctica del ejercicio .....	257
4. Examen preparticipación en un programa de actividad física.....	259
5. Cuestionarios preparticipación en un programa de actividad física.....	259
6. Cálculo del riesgo cardiovascular.....	262
<b>Capítulo 17 •• Evaluación de la capacidad física: selección y administración de protocolos</b> ( <i>Nuria Garatachea Vallejo</i> ).....	267
1. Introducción.....	267

2. Razones por las que evaluar .....	267
3. Evaluación de la calidad de los tests .....	268
4. Selección de los tests .....	269
5. Administración de los tests .....	269
6. Evaluación de los diferentes componentes del fitness.....	272
<b>Capítulo 18 •• Recomendaciones básicas en la prescripción de actividad física orientada hacia la salud (Alfonso Jiménez Gutiérrez) .....</b>	<b>279</b>
1. Introducción .....	279
2. Evolución de las recomendaciones generales de actividad física .....	281
3. Diseño de ejercicio orientado hacia la aptitud cardiorrespiratoria.....	283
4. Diseño de ejercicio orientado hacia la aptitud músculo-esquelética .....	285
5. Diseño de ejercicio orientado hacia la flexibilidad .....	289
6. Diseño general de un programa de ejercicio físico: optimización del ejercicio .....	290
7. Consideraciones finales.....	295
<b>V • LA ACTIVIDAD FÍSICA COMO FUENTE DE SALUD EN DIFERENTES ENFERMEDADES.....</b>	<b>297</b>
<b>Capítulo 19 •• Actividad física y enfermedades cardiovasculares (Alfonso Jiménez Gutiérrez).....</b>	<b>299</b>
1. Introducción .....	299
2. Efectos generales de la actividad física regular sobre el sistema cardiovascular .....	301
3. Una breve mirada a nuestro pasado más reciente. La actividad física tiene un papel fundamental en la prevención de la enfermedad cardiovascular .....	301
4. Análisis de la actividad física en los factores de riesgo .....	303
5. Valor preventivo de la actividad física regular .....	304
6. Análisis de la actividad física en la fisiopatología cardiovascular crónica y aguda.....	305
7. Hipertensión .....	305
8. Cardiopatía coronaria .....	309
9. Consideraciones finales.....	315
<b>Capítulo 20 •• El ejercicio y las alteraciones de las lipoproteínas plasmáticas asociadas a la aterosclerosis (Juan Francisco Marcos Becerro) .....</b>	<b>319</b>
1. Introducción .....	319
2. La aterosclerosis .....	320
3. La enfermedad coronaria (EC) y los factores de riesgo que intervienen en su aparición.....	321
4. Las lipoproteínas .....	321
5. Prevención y tratamiento de las alteraciones de las lipoproteínas y de las afecciones acompañantes de la aterosclerosis.....	322
<b>Capítulo 21 •• Obesidad y ejercicio físico (Carmen Villaverde Gutiérrez, Gema Torres Luque y Jesús Ramírez Rodrigo).....</b>	<b>331</b>
1. Introducción .....	331

## **XIV** *Actividad física y salud*

2. Concepto de obesidad. Epidemiología.....	331
3. Balance energético y obesidad. Regulación de la ingesta de alimentos y almacenamiento de energía .....	333
4. Etiopatogenia. Valoración de la distribución de grasa corporal en la obesidad.....	335
5. El exceso de peso como factor de riesgo para la salud.....	337
6. Enfoque terapéutico. Prevención de la obesidad .....	339
7. Importancia de la actividad física en el tratamiento de la obesidad.....	341

### **Capítulo 22 •• Diabetes mellitus y ejercicio físico** (*Carmen Villaverde Gutiérrez, Gema Torres Luque y Jesús Ramírez Rodrigo*).....

345

1. Introducción.....	345
2. Concepto de diabetes mellitus. Epidemiología.....	345
3. Etiopatogenia, clasificación y complicaciones .....	346
4. Enfermedad cardiovascular en el paciente diabético.....	350
5. Prevención y enfoque terapéutico .....	353
6. El ejercicio físico como estilo de vida y como terapia .....	355

### **Capítulo 23 •• Actividad física y enfermedades respiratorias** (*José López Chicharro*) .....

357

1. Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) .....	357
2. Asma inducida por el ejercicio.....	365
3. Enfermedad pulmonar restrictiva crónica.....	368
4. Otras enfermedades pulmonares.....	371

### **Capítulo 24 •• Osteoporosis y ejercicio** (*José Antonio López Calbet, Cecilia Dorado García y Germán Vicente-Rodríguez*).....

373

1. Introducción.....	373
2. Regulación del metabolismo óseo.....	375
3. Osteoporosis y riesgo de fractura.....	378
4. Efectos del ejercicio físico (solicitud mecánica) sobre el metabolismo óseo y la estructura ósea .....	382
5. ¿Qué características debe reunir el ejercicio para favorecer la adquisición de masa ósea? ¿Cuál es el límite máximo de adaptación? ¿Qué es más importante, el volumen o la intensidad? .....	387
6. Precauciones .....	390

### **Capítulo 25 •• Prescripción de ejercicio físico para enfermos de cáncer** (*Carolina Chamorro Viña y Margarita Pérez Ruiz*).....

391

1. Introducción .....	391
2. Biología celular y genética del cáncer .....	393
3. Tratamiento oncológico.....	394
4. Etiología de la fatiga originada durante el padecimiento de cáncer.....	395
5. Recomendaciones de ejercicio físico en pacientes con cáncer.....	397
6. Intervenciones futuras y conclusiones .....	401

<b>VI • NUTRICIÓN, DOPAJE Y ACTIVIDAD FÍSICA</b> .....	<b>403</b>
<b>Capítulo 26 • Principios generales de nutrición</b> ( <i>Mariano Mañas Almendros, Emilio Martínez de Victoria Muñoz y M<sup>a</sup> Dolores Yago Torregrosa</i> ).....	<b>405</b>
1. Introducción .....	405
2. Alimentación y nutrición.....	406
3. Alimentos y nutrientes.....	406
4. Grupos de alimentos.....	407
5. Requerimientos nutricionales .....	413
6. Ingestas recomendadas .....	414
7. Dieta equilibrada .....	416
8. Objetivos nutricionales.....	417
9. Guías alimentarias.....	418
<b>Capítulo 27 • Nutrición para la salud y la actividad física</b> ( <i>Mariano Mañas Almendros, Emilio Martínez de Victoria Muñoz y M<sup>a</sup> Dolores Yago Torregrosa</i> ) .....	<b>421</b>
1. Introducción .....	421
2. Necesidades calóricas del cuerpo humano.....	422
3. Parámetros fisiológicos asociados con el consumo energético.....	423
4. Depósitos energéticos del cuerpo humano .....	425
5. Obtención de energía por el músculo: sistemas energéticos del cuerpo humano.....	426
6. La dieta del deportista .....	427
7. Micronutrientes .....	432
8. Ayudas ergogénicas .....	437
<b>Capítulo 28 • Evaluación nutricional del deportista. Diseño de dietas. Informática nutricional</b> ( <i>Emilio Martínez de Victoria Muñoz, Mariano Mañas Almendros y M<sup>a</sup> Dolores Yago Torregrosa</i> ).....	<b>441</b>
1. Evaluación nutricional. Concepto e importancia en el deportista .....	441
2. Métodos de evaluación del estado nutricional.....	442
3. Papel de la informática en los estudios nutricionales.....	449
<b>Capítulo 29 • Trastornos de la conducta alimentaria en relación con la actividad física y el deporte</b> ( <i>Sara Márquez Rosa y Javier González Gallego</i> ) .....	<b>455</b>
1. Introducción .....	455
2. Características clínicas.....	456
3. Comportamientos alimentarios patológicos en el deporte .....	459
4. Tratamiento y prevención.....	463
<b>Capítulo 30 • Dopaje</b> ( <i>Pilar Sánchez Collado</i> ) .....	<b>467</b>
1. Introducción .....	467
2. Antecedentes históricos.....	467
3. El control antidopaje .....	468
4. Normativa.....	469

**XVI** *Actividad física y salud*

5. Situación actual de las listas de sustancias y métodos dopantes.....	470
6. Principales sustancias recogidas en los listados de la agencia antidopaje.....	473
7. Dopaje genético .....	482

**VII • ACTIVIDAD FÍSICA Y DESARROLLO HUMANO..... 485**

**Capítulo 31 •• Actividad física en niños (José Antonio Casajús Mallén)..... 487**

1. Introducción .....	487
2. Crecimiento, desarrollo y maduración. Etapas.....	487
3. Aparato locomotor en el niño y adolescente .....	489
4. Respuestas fisiológicas del niño al ejercicio físico.....	489
5. Termorregulación.....	492
6. Percepción del esfuerzo .....	492
7. Respuesta ventilatoria .....	493
8. Respuesta cardiovascular .....	494
9. Valoración funcional en el niño.....	496
10. Condición física .....	497

**Capítulo 32 •• Ejercicio físico y envejecimiento (Juan Francisco Marcos Becerro)..... 501**

1. Introducción .....	501
2. Acción del ejercicio sobre los factores causantes del envejecimiento.....	502
3. Acción del ejercicio sobre los órganos y sistemas envejecidos.....	503
4. Tipos de ejercicios recomendados para personas mayores.....	507

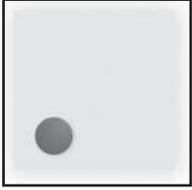
**Capítulo 33 •• Actividad física en embarazadas (Claudia Cardona González)..... 511**

1. Evolución histórica de la prescripción de ejercicio en embarazadas.....	511
2. Cambios en la fisiología de la mujer embarazada.....	511
3. Hipotéticos riesgos del ejercicio .....	512
4. Beneficios del ejercicio .....	514
5. Recomendaciones de ejercicio en la mujer embarazada .....	517

**Bibliografía .....** 521

**Glosario.....** 571

**Índice analítico.....** 581



## Presentación

---

Parece evidente que el siglo xx será considerado como una era de numerosos triunfos en la salud pública. No obstante, a medida que se avanza en el siglo xxi observamos que surgen infinidad de nuevos problemas de salud. De entre éstos, uno de los más acusados es la inactividad física. Como efecto secundario de los avances tecnológicos, la falta de actividad física ya no solamente afecta a las clases acomodadas de la sociedad, sino que se extiende en los países desarrollados a grandes masas de población.

La mayor conciencia existente en nuestros días sobre la importancia que tiene la actividad física para alcanzar un estado de salud óptimo, ha creado por parte de los profesionales relacionados con el ejercicio físico una gran demanda de información especializada que facilite la orientación de los programas que promueven la salud y el fitness, tanto en el sector público como privado.

El libro *Actividad física y salud* aporta un enfoque global, equilibrado y avanzado para el conocimiento de los beneficios de la práctica del ejercicio, tanto desde el punto de vista biológico como psicosocial, para la prescripción de ejercicio físico y para el diseño de programas de ejercicio orientados hacia la salud. El texto pretende proporcionar a los profesionales relacionados con este ámbito, los conocimientos y las técnicas necesarias para desarrollar con éxito programas de actividad física. El material presentado en cada parte incluye información clave y actualizada sobre el contenido que trata. Los autores hacen un tratamiento exhaustivo del tema y, para facilitar al lector la adquisición de conocimientos, al comienzo de cada capítulo se presentan los objetivos principales y, en aquellos casos en que resulta necesario, se incluyen ejemplos detallados de los instrumentos de evaluación o de los programas de intervención.

Tras una primera contextualización de la actividad física y de la salud en la Parte I, en la que se incluyen aspectos históricos y una descripción de las estrategias de medición y valoración de la actividad física, la Parte II recoge aspectos psicosociales de la actividad física como elemento de salud, analizando la relación entre esta y el bienestar subjetivo o la salud mental, y estudiando la relación con el sueño, los riesgos del ejercicio y los métodos de intervención ante el desarrollo de lesiones. El último capítulo de dicha parte aborda el fenómeno del sobreentrenamiento desde una perspectiva psicológica.

La parte III incorpora un exhaustivo análisis de la iniciación y adherencia a pautas de actividad física saludable, así como del fenómeno de abandono de las actividades físico-deportivas. Estos aspectos resultan de vital importancia y utilidad para el profesional relacionado con la actividad física, puesto que uno de los principales problemas al que se enfrentará en su actividad es la falta de adherencia al ejercicio físico o la frecuencia del

abandono por parte de la población general. Además, se analizan los factores psicológicos y sociales asociados a la realización del ejercicio físico y la metodología para el diseño y desarrollo de programas de actividad física y deportiva.

La Parte IV se centra íntegramente en el control y la prescripción de actividad física para la salud. En ella se da un enfoque globalizado de la valoración de la condición física y se recogen las recomendaciones para la prescripción de ejercicio físico orientadas hacia los principales componentes de la condición física.

La Parte V está dedicada al papel preventivo y terapéutico de la actividad física en las enfermedades más comunes de nuestra sociedad contemporánea: enfermedades cardiovasculares, hiperlipidemias, sobrepeso y obesidad, diabetes, osteoporosis, afecciones respiratorias o cáncer. Esta parte perfila las recomendaciones generales de ejercicio físico de la parte anterior adaptadas a las características de cada enfermedad, aportando una información rigurosa y especializada para orientar el ejercicio físico en la población enferma.

Haciéndonos eco de la importancia que tiene la nutrición para la salud, la obra dedica la Parte VI al estudio de la nutrición en relación con la actividad física. Se recoge la evaluación nutricional, el análisis y diseño de dietas para diferentes tipos de actividad física y también se hace especial hincapié en los trastornos de la conducta alimentaria en relación con el deporte. Un capítulo final incluye aspectos de dopaje, un fenómeno cada vez más extendido y con preocupantes connotaciones para la salud de los deportistas.

Por último, la Parte VII analiza la actividad física en poblaciones especiales como son: los niños, las personas mayores y las mujeres embarazadas. Dado el aumento de la obesidad en los niños y el progresivo envejecimiento de la población en los países desarrollados, resulta esencial el dar directrices adecuadas para el desarrollo de estilos de vida más saludables en los primeros y para fomentar la calidad de vida en los ancianos.

Esta obra va destinada a ofrecer un enfoque global y avanzado de la actividad física orientada a la salud. Tenemos la certeza de que el lector utilizará la información contenida en el libro para mejorar su nivel de conocimientos, de técnicas y de competencia, y esperamos, por tanto, contribuir a la formación y especialización de los profesionales relacionados con la actividad física y la salud.

Sara Márquez y Nuria Garatachea

**PARTE I**

---

**CONTEXTUALIZACIÓN DE LA  
ACTIVIDAD FÍSICA Y LA SALUD**



## Salud y efectos beneficiosos de la actividad física

Serafín de Abajo Olea y Sara Márquez Rosa

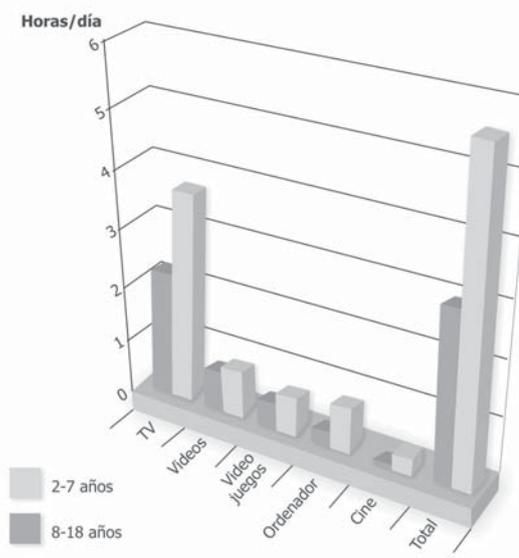
### OBJETIVOS

- Identificar el papel negativo del sedentarismo sobre la salud.
- Conocer como la actividad física contribuye a la prolongación de la vida y a mejorar su calidad por medio de beneficios fisiológicos, psicológicos y sociales.
- Dar una visión general de los efectos terapéuticos y preventivos de la actividad física en diversas enfermedades y condiciones.

### 1. INTRODUCCIÓN Y CONCEPTOS

El control de la dieta y del tipo y cantidad de los alimentos que consumimos constituyen aspectos a los que la población presta una enorme atención como factores determinantes del estado de salud. Sin embargo se le da mucha menor importancia a la cantidad de energía gastada a través de la actividad física, a pesar de que ambos aspectos están íntimamente relacionados. Durante varios millones de años los seres humanos tuvieron que consumir grandes cantidades de energía en la búsqueda de alimento, desarrollando sistemas de enorme eficacia para su producción y almacenamiento. No obstante, el progreso científico y tecnológico desde mediados del siglo XIX ha hecho que, especialmente en los países desarrollados, los seres humanos se encuentren mal adaptados a un tipo de vida en la que existe una enorme disponibilidad de energía y en la que ya no es necesario un gran esfuerzo físico. La sociedad actual no favorece la actividad física, y factores tales como la automatización de las fábricas, los sistemas de transporte o la amplia gama de equipos electrónicos en las viviendas han reducido de forma muy apreciable la necesidad de desarrollar trabajo físico y han fomentado el sedentarismo

(Jackson *et al.*, 2003). Este fenómeno es especialmente importante en la población infantil, que invierte una enorme cantidad de tiempo en la utilización de equipamientos electrónicos (Figura 1.1), un hecho incluso fomentado en muchas ocasiones por el entorno familiar (Sanz *et al.*, 2006).



Fuente: Kids and Media. A Kaiser Family Foundation Report, 1999

**Figura 1.1.** Tiempo que pasan los niños en EE.UU. utilizando medios electrónicos.

El resultado es que la vida se ha tornado mucho más fácil y resulta más complicado encontrar el tiempo y la motivación suficientes para mantener una forma física aceptable. Se calcula que más de un 70% de la población en los países desarrollados no realiza la suficiente actividad física como para mantener la salud y controlar el peso corporal. En España los datos de las últimas *encuestas nacionales de salud* muestran que en torno al 80% de la población se encuentra en dicha situación. En el futuro se prevé que este fenómeno, si no se toman medidas, será aún más preocupante, y que el desarrollo de la tecnología inalámbrica puede disminuir aún más la práctica de la actividad física. En la industria de las nuevas tecnologías el movimiento se considera sinónimo de ineficacia y la reducción del tiempo invertido en él es una de las claves del aumento de la productividad; un modelo que, desafortunadamente, se está transmitiendo a los países en desarrollo (Márquez *et al.*, 2006).

Resulta imprescindible, antes de analizar los efectos sobre la salud, establecer qué se entiende por actividad física, y por otros conceptos relacionados, tales como ejercicio físico o forma física. *La actividad física* se refiere a la energía utilizada para el movimiento; se trata, por tanto, de un gasto de energía adicional al que necesita el organismo para mantener las funciones vitales como son la respiración, digestión, circulación de la sangre, etc. La contribución fundamental a la actividad física diaria se debe a actividades cotidianas como andar, transportar objetos, subir escaleras o realizar las tareas domésticas.

En cuanto al término *ejercicio*, hace referencia a movimientos diseñados y planificados específicamente para estar en forma y gozar de buena salud. Aquí podríamos incluir actividades tales como aeróbic, ciclismo, caminar a paso ligero o realizar labores de jardinería. Si el ejercicio físico se realiza como competición que se rige por una reglamentación establecida, nos estamos refiriendo al término *deporte*. *La forma física*, a diferencia de la actividad física o el ejercicio, es un concepto muy amplio, se corresponde con una serie de atributos condicionales como la fuerza o la resistencia que determinan la capacidad para realizar actividad física, aunque un mismo individuo puede estar capacitado para realizar un tipo de actividad y no otro. La forma física depende tanto de factores genéticos como de los niveles de actividad física de los individuos, de tal modo que es posible desarrollar programas específicos de ejercicio encaminados a la mejora de la forma física.

También es necesario discriminar otros términos, ya que evidencias anecdóticas sugieren que los términos “ejercicio” y “actividad física” pueden ser comprendidos de forma diferente por personas distintas. Para algunas personas el ejercicio significa participación deportiva, o bien una actividad estructurada de elevada intensidad. Otros sujetos piensan que el ejercicio es algo que se realiza durante el tiempo libre. De manera que cuando se administran cuestionarios hay que estar seguros de que los sujetos tienen claro el tipo de actividad que se está considerando en cada ítem, si es una actividad ocupacional que se realiza en el trabajo, en el hogar o en el tiempo de ocio.

El *Diccionario Paidotribo de la Actividad Física y el Deporte* (1999) indica que el término actividad física “hace referencia a la acción que implica de forma determinante a la *physis* humana, al actuar tangible y observable de su corporeidad por oposición a las acciones mentales”. Otro diccionario, el Marfía Moliner (1987), en un sentido amplio define actividad física como “el estado de lo que se mueve, obra, funciona, trabaja o ejerce una acción cualquiera”. Refiriéndose a la actividad humana en concreto, la actividad física la define como “*el conjunto de acciones que realizan las personas*”. Revisando otros diccionarios, el término de actividad física se define como el conjunto de operaciones o tareas propias de una persona (Real Academia de la Lengua, 1984; Enciclopedia Larousse, 1988). Como puede apreciarse, el término actividad física se asocia con el movimiento, la acción o el cambio de estado. Aproximándose al campo de la actividad físico-deportiva, Tercedor (2000) y Martín-Pastor (1995) definen el término actividad física como “cualquier movimiento del cuerpo producido por el músculo esquelético y que tiene como resultado un gasto energético”.

La cuantificación del gasto energético asociado a la actividad física se puede realizar en kilocalorías o kilojulios (1 kilocaloría = 4,20 kilojulios; 1.000 kilojulios = 240 kilocalorías). Para facilitar la tarea de dicha cuantificación y de medir la intensidad de la actividad física, muchos especialistas utilizan una unidad denominada MET (significa equivalente metabólico). Un MET es igual al número de calorías que un cuerpo consume mientras está en reposo. A partir de ese estado, los MET se incrementan según la intensidad de la acción. En la Tabla 1.1 se detallan los MET de algunas actividades cotidianas, laborales y físicas, que pueden servir de guía para determinar cuál es nuestro gasto energético aproximado durante el día.

Tabla 1.1. Ejemplos de la cuantificación de actividades mediante MET.

Intensidad	Actividades en el hogar	Actividades laborales	Actividad física
Muy liviana (3 MET).	Ducharse, afeitarse, vestirse y cocinar.	Trabajar en el computador o estar parado (vendedores).	Caminar lento en un sitio plano.
Liviana (3 a 5 MET).	Recoger la basura, ordenar juguetes, limpiar ventanas, pasar la aspiradora, barrer.	Realizar trabajos manuales en la casa o el auto (como arreglar un desperfecto).	Caminar con marcha ligera, andar en bicicleta en sitio plano.
Pesada (6 a 9 MET).	Subir escaleras a velocidad moderada, cargar bolsas.	Realizar trabajos de albañilería (con instrumentos pesados).	Jugar fútbol, tenis, esquiar, patinar, subir un cerro.
Muy pesada (superior a 9 MET).	Subir escaleras, o muy rápido o con bolsas pesadas.	Cortar leña, cargar elementos de mucho peso.	Jugar rugby, squash, esquiar a campo travieso.

Los científicos y los médicos han sabido desde hace mucho tiempo que la actividad física regular puede originar importantes beneficios para la salud (Mataix y González Gallego, 2003). Aunque las ciencias de la actividad física son complejas y constituyen un campo aún en desarrollo, no existe la menor duda de los peligros del sedentarismo y de que la práctica de actividad física comporta numerosos beneficios, entre los que se encuentra la reducción del riesgo de padecer diversas enfermedades y la mejora de la salud mental (Nieman, 1998; Márquez *et al.*, 2006). En las siguientes páginas se da una visión general de dichos beneficios, los cuales serán tratados de forma más detallada en diversos capítulos de este libro.

## 2. RELACIÓN ENTRE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y LA SALUD CARDIOVASCULAR

La mortalidad por enfermedad coronaria cardíaca está relacionada con parámetros de estilos de vida entre los cuales es fundamental el nivel de actividad física. Las enfermedades cardiovasculares y coronarias suponen, junto con el cáncer y los accidentes de carretera, una de las tres mayores causas de mortandad en los países con altos niveles de renta, y su incidencia ha ido en aumento en la misma medida en que se rebajaban las exigencias de actividad física en la vida laboral y se mejoraban los medios de transporte. La falta de actividad física constituye un factor de riesgo potencialmente modificable que debería recibir mayor énfasis en los actuales esfuerzos para reducir el impacto de la enfermedad coronaria cardíaca en la sociedad (Marcos Becerro y Galiano, 2003).

Diversos estudios tanto epidemiológicos como de carácter experimental han puesto de manifiesto que la

actividad física puede ser hoy día la mejor inversión en salud pública en Occidente y que existen claros beneficios de la misma sobre los riesgos de enfermedad coronaria cardíaca (US Department of Health and Human Services, 1996). Se ha demostrado la existencia de una asociación de la actividad física y de la condición física con factores de riesgo como la presión sanguínea, composición corporal y el hábito de fumar. Por otra parte, el estudio conjunto de actividad física y condición física cardiovascular, expresada generalmente como  $VO_2$  máx, relaciona ambos aspectos con perfiles saludables de riesgo de enfermedad cardiovascular, aunque estas relaciones están altamente influidas por la grasa corporal.

### 2.1. Relación entre actividad física y perfil de lípidos en sangre

Dado que los niveles de diversos lípidos y lipoproteínas plasmáticas constituyen factores predictivos de enfermedad coronaria y arteriosclerosis, la influencia de la actividad física regular o de un estilo de vida sedentario sobre los mismos y sobre el riesgo de alteraciones en su metabolismo ha sido objeto de numerosas investigaciones (Bouchard y Despres, 1995). Los estudios transversales, comparando deportistas o personas muy activas con individuos sedentarios de mismo sexo y edad, han mostrado de forma consistente diferencias sustanciales, con perfiles de lípidos y lipoproteínas plasmáticas más saludables en las personas activas. Aunque las investigaciones experimentales, con intervención mediante ejercicio, han apoyado esos resultados, la magnitud de los cambios registrados es generalmente más pequeña.

En una revisión de publicaciones en la que se estudiaron los efectos del ejercicio aeróbico de doce o más semanas de duración sobre los lípidos sanguíneos

(León y Sánchez, 2001), se analizaron 51 estudios de los que 28 eran ensayos clínicos aleatorizados, observándose una coincidencia en el incremento de lipoproteínas de alta densidad y reducciones en el colesterol total, las lipoproteínas de baja densidad y los triglicéridos sanguíneos. Los autores concluyen que el entrenamiento con ejercicio aeróbico de moderada a alta intensidad puede originar una mejora en el perfil de lípidos en sangre, aunque los datos son insuficientes para establecer una relación dosis-respuesta.

La asociación entre un alto nivel de actividad física y un perfil saludable de lípidos sanguíneos parece depender más de la cantidad que de la intensidad del ejercicio, es independiente del sexo y es ya evidente en los niños, encontrándose en edades de diez a quince años (Suter y Hawes, 1993). Este hecho es de gran importancia, pues existe un consenso creciente en el sentido de que estilos de vida negativos en la infancia llevarán a un riesgo aumentado de enfermedades relacionadas con los mismos en la edad adulta.

## 2.2. Relación entre actividad física e infarto de miocardio o enfermedad coronaria

Existen diversos mecanismos que explicarían la influencia beneficiosa de la actividad física sobre las enfermedades isquémicas del corazón, tales como los efectos antitrombóticos, el aumento de la vascularización del miocardio y una mejor estabilidad de los impulsos eléctricos del corazón (Bouchard y Despres, 1995). En un estudio longitudinal de cinco años en el que se investigó la asociación entre la actividad física realizada en el tiempo de ocio y la condición física con el riesgo de infarto de miocardio agudo, se ha demostrado que dicho riesgo era significativamente menor para los individuos con el nivel más alto de actividad física y una mejor condición física en comparación con los sujetos que mostraban los niveles más bajos de actividad física y condición física respectivamente (Lowther *et al.*, 1999). Se puede concluir que los niveles de actividad física y de condición física cardiorrespiratoria muestran una asociación inversa y gradual con el riesgo de infarto de miocardio agudo, y que niveles bajos tanto de actividad física como de condición física cardiorrespiratoria son factores de riesgo independientes para la enfermedad coronaria. En otra investigación se analizó el papel de la marcha, en comparación con el ejercicio intenso, en la preven-

ción de la enfermedad coronaria cardiaca en un grupo de 72.488 enfermeras entre 40 y 65 años, encontrándose una fuerte asociación inversa entre la actividad física y el riesgo de problemas coronarios (Manson *et al.*, 1999).

Los cambios de hábitos de vida hacia actitudes más activas físicamente no deben limitarse únicamente a la población sana, y los programas de ejercicio deben constituir una parte de la rehabilitación de pacientes con enfermedad coronaria. Diversos estudios clínicos y con técnicas de observación demuestran una menor frecuencia de mortalidad entre los pacientes participantes en programas de rehabilitación con ejercicio, en comparación con los no participantes en estos programas. En conjunto, los pacientes participantes en programas de ejercicio parecen experimentar una reducción de aproximadamente un 25% de mortalidad por problemas cardiacos y de todo tipo.

## 2.3. Relación entre actividad física e hipertensión arterial

La hipertensión arterial es sin duda uno de los factores de riesgo más importantes para el correcto funcionamiento del sistema cardiovascular. Su incidencia ha aumentado en las sociedades desarrolladas y es también uno de los factores más favorecidos por la actividad física. Desde finales de los años ochenta y principios de los noventa del pasado siglo se conocen las influencias positivas de un estilo de vida físicamente activo sobre la hipertensión arterial; aunque el incremento de la actividad física por sí solo puede ser, en ocasiones, insuficiente para normalizar la presión sanguínea. Estos efectos beneficiosos se observan no sólo en adultos sino también en personas mayores y, aunque no ejercen un gran impacto sobre la presión arterial de los individuos normotensos, sí parecen ejercer un efecto protector contra el incremento de tensión arterial que se suele producir con la edad (Marcos Becerro, 2008).

En un análisis comparativo de 36 ensayos clínicos aleatorios se ha encontrado que la respuesta ponderada neta de la presión sanguínea a un entrenamiento aeróbico suponía una disminución media de 5,3 mmHg para la presión sistólica y de 4,8 mmHg para la diastólica. La variación en la presión sanguínea, entre los distintos trabajos, dependía principalmente del nivel inicial de presión sanguínea y de las mejoras en la capacidad de hacer ejercicio (Fagard, 1995). El Colegio Americano de Medicina Deportiva, ACSM (1993)

sostiene que el entrenamiento con ejercicios aeróbicos en individuos que tienen alto riesgo de desarrollar hipertensión reducirá el aumento en la presión sanguínea que se pudiera producir con el tiempo, de ahí su utilidad como una estrategia no farmacológica para reducir la hipertensión en los individuos susceptibles. Según el ACSM los hipertensos físicamente activos y con buena condición física aeróbica tienen unos riesgos de mortalidad marcadamente más bajos que los hipertensos sedentarios y de pobre condición física, probablemente porque el ejercicio también mejora un buen número de otros factores de riesgo de enfermedad cardiovascular. Sería, por tanto, razonable recomendar la práctica del ejercicio como una parte de la estrategia inicial de tratamiento para los individuos con hipertensión esencial suave a moderada.

### 3. RELACIÓN ENTRE ACTIVIDAD FÍSICA Y DIABETES

---

La incidencia de la diabetes tipo II o no insulino dependiente en niños y adolescentes ha aumentado diez veces en los años ochenta, y este incremento es más pronunciado en las personas obesas (Goran y Sun, 1989). Sin embargo, también se ha encontrado que la actividad física se asocia de forma inversa con la diabetes tipo II y se ha llegado a valorar la incidencia de los hábitos de vida sedentarios como responsable de un 2% de las muertes por diabetes tipo II en los Estados Unidos.

El mecanismo fisiológico por el cual la actividad física beneficia a los pacientes con diabetes y reduce la posibilidad de desarrollar la enfermedad sería a través de la modificación de la composición corporal (aumenta la masa muscular y disminuye el porcentaje graso). Además, tendría una acción sinérgica a la insulina, facilitando la entrada de glucosa a la célula, y aumentaría la sensibilidad de los receptores a la insulina. Es por esto que la actividad física parece ser más efectiva cuando se realiza en estadios más precoces de la enfermedad, que cuando se encuentra en estadios donde se requiere insulina.

En un grupo bastante amplio de 70.102 mujeres, en el que se registraron 1.419 casos de diabetes tipo II, resultó que el riesgo relativo de desarrollar la enfermedad llegaba a reducirse hasta un 40%-50% entre las personas con mayores niveles de actividad física (Hu *et al.*, 1999). De hecho, el informe del Departamento de Salud y Servicios Sociales de los Estados Unidos, ya mencionado con anterioridad, concluye

claramente que la actividad física regular disminuye el riesgo de desarrollar la diabetes tipo II.

Aunque la mayor parte de los trabajos sobre la relación entre actividad física y diabetes plantean la utilidad de una actividad física de tipo aeróbico, como andar o montar en bicicleta, un reciente estudio clínico aleatorizado en el que la intervención sobre el grupo experimental estaba basada en ejercicios de fuerza, dio como resultado un 72% de reducción de la medicación antidiabética en el grupo experimental contra un 42% de aumento en el grupo control (Castaneda *et al.*, 2002).

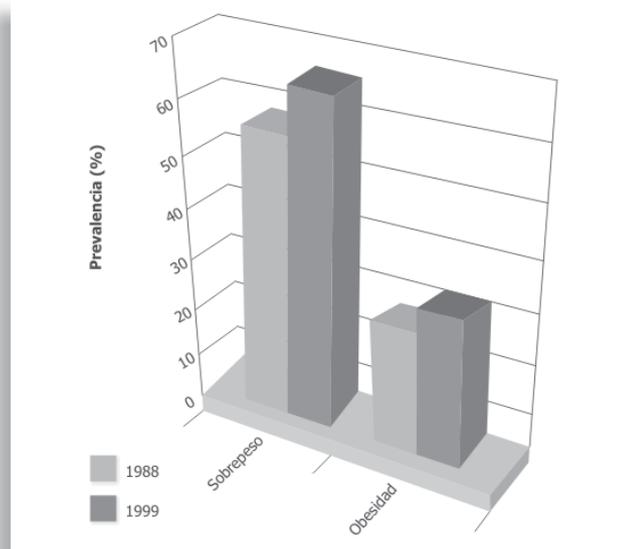
En la diabetes tipo I la insulina constituye el pilar fundamental en el tratamiento, en el que el ejercicio puede cooperar siempre que se respeten una serie de condiciones. Cuando los niveles de insulina se encuentran elevados antes de la actividad, el ejercicio, especialmente de gran intensidad, puede producir una acusada hipoglucemia. Para evitarlo debe tomarse alimento entre una y tres horas antes del ejercicio, ingerir alimentos ricos en carbohidratos durante el esfuerzo y aumentar la cantidad de alimento en los días siguientes, reducir la dosis de insulina y evitar poner la inyección en la región involucrada en la actividad (Marcos Becerro y Galiano, 2003).

### 4. RELACIÓN ENTRE ACTIVIDAD FÍSICA Y OBESIDAD

---

El peso corporal está en función del balance energético, es decir, de la relación entre el aporte calórico y el gasto de energía. Un balance energético positivo da lugar a una ganancia de peso, mientras que un balance energético negativo tiene el efecto contrario. El peso corporal ideal se puede establecer a partir del índice de masa corporal ( $IMC = \text{peso (kg)} / \text{talla (m)}^2$ ). La obesidad se define como el índice de masa corporal superior a 30, mientras que valores entre 25 y 29,9 se consideran como indicativos de sobrepeso. El aumento en la prevalencia de los casos de sobrepeso y la obesidad en todo el mundo se produce sobre un fondo de reducción progresiva en el gasto energético derivado del trabajo y de las actividades laborales, así como por un elevado aporte calórico en la dieta, siendo un fenómeno cada vez más extendido, tanto en los adultos como en la población infantil (Prentice y Jebb, 1995). La prevalencia del sobrepeso y la obesidad ha ido aumentando de forma estable en la segunda mitad del siglo XX (Figura 1.2) y los estudios de población en los países occidentales pare-

cen indicar que la prevalencia todavía va en aumento (Bouchard y Blair, 1999).



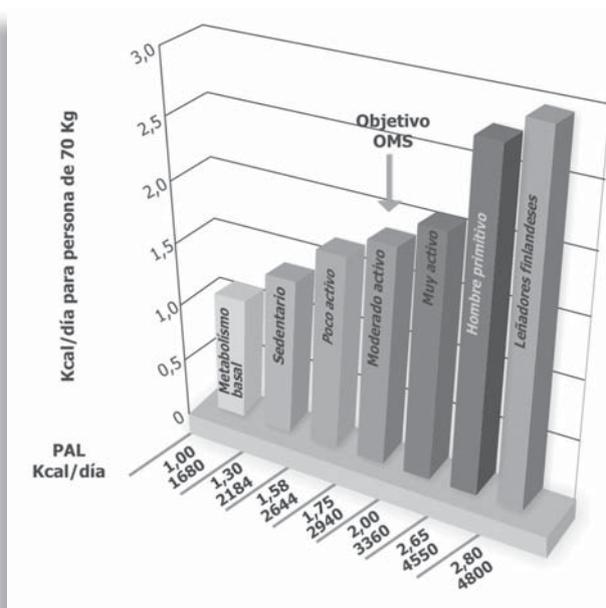
Fuente: Flegal *et al.*, 2002

**Figura 1.2.** Prevalencia de sobrepeso y obesidad en adultos en EEUU.

Los datos de varias encuestas en Estados Unidos y otros países occidentales indican que, en las últimas décadas, ha existido o un pequeño aumento o una muy modesta disminución en la ingesta energética total de grasa y la participación en la actividad física en tiempo libre es baja, pero se ha mantenido relativamente constante. Sin embargo, un incremento en la dependencia de la tecnología ha reducido de forma sustancial la actividad física relacionada con el trabajo y el gasto energético necesario para las actividades comunes de la vida diaria (Weinsier, 1998). La disminución de la actividad física sería, por tanto, uno de los factores de mayor contribución a la actual epidemia de obesidad que afecta a diversos países en todo el mundo y es una de las razones de la necesidad de políticas tendentes a aumentarla.

El gasto energético en reposo puede obtenerse mediante la estimación del metabolismo basal y cuando se realiza ejercicio se puede expresar el nivel de actividad física (LAP) como múltiplo de dicho valor basal. Según la Organización Mundial de la Salud, existe un claro riesgo de sobrepeso si el nivel de actividad física (LAP) no es superior a 1,75, lo que se está convirtiendo en algo habitual en los países desarrollados (Figura 1.3). La incidencia de la obesidad se ha multiplicado por tres en los últimos 20 años y en los países europeos se calcula que actualmente son obesos entre un 10%-30% de los hombres y un

10%-25% de las mujeres. Las consecuencias para la salud de una situación en la que la obesidad aumentase aún más su prevalencia serían catastróficas. El coste sanitario de la obesidad y la inactividad se cifran en Estados Unidos en el 9,4% del total de gastos nacionales en cuidados de salud, y cifras similares se están alcanzando en los países europeos.



Fuente: Erlichman *et al.*, 2002

**Figura 1.3.** Gasto energético debido a la actividad física.

El estilo de vida activo y el mantenerse en forma pueden prevenir la obesidad y el aumento de peso que se dan en personas de mediana edad. Además, la actividad física, asociada a una dieta hipocalórica, puede tener un efecto beneficioso en personas que ya son obesas o tienen sobrepeso. Una ventaja adicional en las personas obesas que logran mantenerse activas es su influencia sobre el perfil de riesgo para la salud, reduciendo la tendencia a padecer afecciones cardiacas y diabetes (Fogelholm *et al.*, 2000).

Un problema de especial importancia es que la incidencia de enfermedades relacionadas con la obesidad está aumentando dramáticamente en la infancia y, aunque las consecuencias para la salud del exceso de grasa corporal no se manifiestan de forma inmediata, es muy probable que la epidemia actual de obesidad en niños, adolescentes y adultos jóvenes se refleje más adelante en una prevalencia sin precedentes de la diabetes tipo II, cáncer de mama posmenopáusico, enfermedades cardiovasculares, hipertensión, artritis en las rodillas, dolor de espalda y otras alteraciones. La probabilidad de sobrepeso en adolescentes de ambos sexos es menor cuando parti-

cipan en programas de ejercicio físico o forman parte de equipos deportivos (Bar-Or y Baranovski, 1994; Manonelles *et al.*, 2008).

## 5. RELACIÓN ENTRE ACTIVIDAD FÍSICA Y SÍNDROME METABÓLICO

El síndrome metabólico (SM) o síndrome X no es una enfermedad, sino una asociación de problemas de salud causados por la combinación de factores genéticos y factores asociados al estilo de vida, especialmente la sobrealimentación y la ausencia de actividad física. El exceso de grasa y la inactividad física favorecen la insulinoresistencia, pero algunos individuos están genéticamente predispuestos a padecerla. La Organización Mundial de la Salud ha establecido los criterios para hacer el diagnóstico del SM que se indican en Tabla 1.2. Se requiere la presencia de al menos tres o más de dichos factores de riesgo (NCEP, 2001).

**Tabla 1.2.** Factores de riesgo del síndrome metabólico.

Factor de riesgo	Nivel
Circunferencia de la cintura:	
Hombres.	> 102 cm (40 in.)
Mujeres.	> 88 cm (35 in.)
HDL-C:	
Hombres.	< 40 mg/dl
Mujeres.	< 50 mg/dl
Triglicéridos.	> 150 mg/dl
Glucosa en ayuno.	> 110 mg/dl
Presión arterial.	> 130/85

\* Presencia de tres o más de los siguientes cinco factores de riesgo; grasa abdominal, baja HDL-C, hipertrigliceridemia, hiperglucemia de ayuno y/o hipertensión

La incidencia del síndrome metabólico en los países desarrollados es extraordinariamente elevada y el interés por el mismo proviene de su relación con un incremento significativo del riesgo de diabetes, enfermedad coronaria y enfermedad cerebrovascular, con una disminución en la supervivencia, en particular por el incremento en unas cinco veces en la mortalidad cardiovascular.

Aunque la prevención del SM requiere una intervención multifactorial, dada la importancia de un nivel de actividad física adecuado para contrarrestar los factores relacionados con el estilo de vida que predisponen a su desarrollo, en los últimos años se están

llevando a cabo numerosos estudios para identificar el posible papel del ejercicio en su prevención. En un estudio epidemiológico finalizado muy recientemente (estudio Heritage), se determinaron la presencia del SM y de sus factores de riesgo en un grupo de 621 sujetos sedentarios y sin enfermedades crónicas. Tras 20 semanas de ejercicio aeróbico, tras el ejercicio 32 dejaron de estar incluidos en dicha categoría y entre éstos un porcentaje importante mostró descensos significativos de la presión arterial y triglicéridos en sangre (Katzmarzyk *et al.*, 2003). Diversas investigaciones han puesto también de manifiesto que intervenciones relacionadas con el estilo de vida que incluyen tanto el ejercicio como el control de peso a través de la dieta pueden mejorar la resistencia a la insulina y la tolerancia a la glucosa en obesos, y resultan tremendamente efectivos en la prevención o el retardo en la aparición de los factores de riesgo metabólico del SM (Scheen, 2004).

## 6. RELACIÓN ENTRE ACTIVIDAD FÍSICA Y CÁNCER

El cáncer es una de las causas principales de morbilidad y mortandad en los países desarrollados. La actividad física puede actuar de forma beneficiosa previniendo el desarrollo de tumores mediante efectos tales como la mejora de diversos aspectos de la función inmunitaria, la alteración de la síntesis de las prostaglandinas, el mantenimiento de los niveles hormonales o la disminución en el tiempo de tránsito digestivo de los alimentos, con un incremento de la motilidad gastrointestinal.

En lo que se refiere al cáncer de colon el efecto positivo de la actividad física está bien demostrado y parece reducir claramente el riesgo de padecerlo en un 40%-50%. En un metaanálisis de los trabajos sobre la relación entre actividad física y cáncer se apreció una asociación inversa dosis-respuesta entre la actividad física y el cáncer de colon en 48 estudios que incluían 40.674 casos de cáncer de colon, siendo especialmente patente el efecto beneficioso cuando se participaba en actividades de intensidad por lo menos moderada (Thune y Furber, 2001).

Los cambios hormonales ocasionados por la actividad física en las personas de la tercera edad pueden prevenir el cáncer de mama en mujeres y se ha observado que las mujeres posmenopáusicas que se han mantenido activas a lo largo de sus vidas tienen un menor riesgo de cáncer de mama que sus equivalentes

habitualmente sedentarias. Esta disminución del riesgo estaría más relacionada con la actividad realizada en la madurez, lográndose los mayores beneficios con intensidades moderadas. En lo que se refiere al cáncer de próstata los estudios hasta ahora realizados son inconsistentes y, aunque se ha sugerido que cambios en las síntesis de prostanglandinas inducidos por el ejercicio podrían actuar sobre el riesgo de contraer un tumor prostático, el conjunto de evidencias, por el momento, no permite apoyar un efecto beneficioso de la actividad física. Algo similar se puede afirmar en lo que se refiere al cáncer de endometrio, ovario o testículo.

## 7. RELACIÓN ENTRE ACTIVIDAD FÍSICA Y SALUD ÓSEA Y MUSCULAR

La actividad física tiene la capacidad potencial de influir sobre los huesos en riesgo de fractura por osteoporosis, así como de mejorar diversas funciones motrices relacionadas con el riesgo de caídas.

La actividad física durante la niñez y adolescencia es esencial para mantener una masa ósea adecuada en la vida adulta. Esto es sumamente importante, pues la fragilidad ósea aumenta el riesgo de fractura y, como la desmineralización ósea es progresiva con la edad, afecta más a los más ancianos. A su vez, en la mujer posmenopáusica, cuando disminuyen los niveles de estrógenos circulantes, aumenta aún más la desmineralización ósea. Muchos estudios demuestran que la actividad física regular mejora la mineralización ósea en mujeres, ante la presencia de estrógenos (Show *et al.*, 2000).

Numerosos autores han encontrado asociaciones positivas y consistentes entre la densidad mineral de diversas zonas corporales y la realización de actividades con ellas relacionadas; también han observado que la práctica de juegos y deportes y el número de horas de actividad soportando peso parecen estar asociados con la densidad mineral ósea, independientemente de las variables de edad y sexo (Slemenda *et al.*, 1991). El ACMS (1995) ha concluido al respecto de la relación entre actividad física y salud ósea que la actividad física con carga de peso es esencial para el desarrollo y mantenimiento de un esqueleto sano. Las actividades que se centran en aumentar la fuerza muscular pueden también ser beneficiosas, particularmente para aquellos huesos que no soportan peso, y las

mujeres sedentarias pueden aumentar ligeramente su masa muscular haciéndose más activas, pero el beneficio principal de dicho aumento de actividad puede estar en evitar las posteriores pérdidas de hueso que se dan con la inactividad.

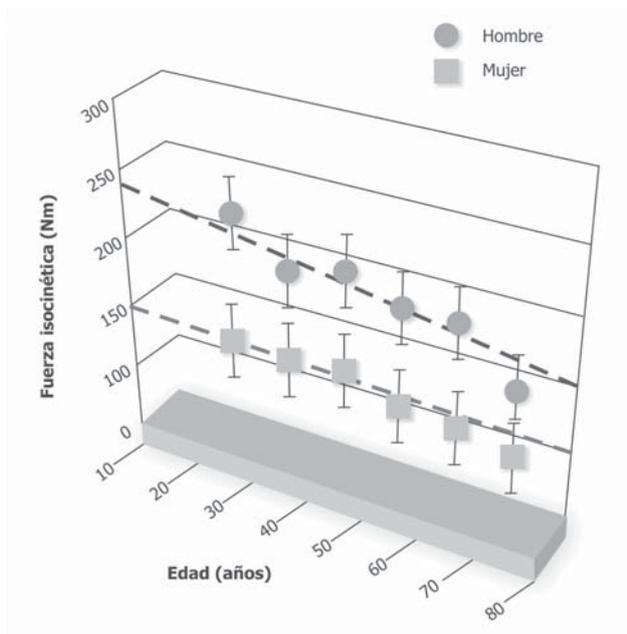
Con respecto a las personas que ya padecen de enfermedad osteoarticular, (artrosis y artritis reumatoidea), aunque una actividad intensa que suponga altos impactos o cargas de torsión o que cause lesiones aumenta el riesgo de padecerla, los síntomas y la movilidad mejoran al practicar ejercicios de moderada intensidad en forma regular (Hartman *et al.*, 2000). La razón fisiológica podría radicar en un aumento de la vascularización del cartílago durante la actividad física, que provee de más nutrientes a la zona.

La pérdida de masa muscular asociada con el envejecimiento, denominada sarcopenia, puede deberse a factores muy diversos, tales como los cambios estructurales del aparato músculo-esquelético, las enfermedades crónicas y sus tratamientos, la atrofia por desuso o la malnutrición (Kamel, 2003). El nivel de fuerza necesario para satisfacer las exigencias de la vida cotidiana no varía demasiado a lo largo de la vida. No obstante el proceso de envejecimiento y la sarcopenia traen consigo una disminución en la producción de fuerza máxima (Figura 1.4), lo que dificulta la realización de las tareas que antes hacíamos fácilmente. La fuerza muscular es necesaria para poder realizar las más diversas tareas del día a día, como subir escaleras, levantarse de la cama o simplemente andar, y la disminución de esta cualidad física es una de las causas principales de la pérdida del equilibrio en personas mayores, que trae consigo una propensión a las caídas y un riesgo incrementado de fracturas de los huesos osteoporóticos (Roubenoff, 2000).

La disminución progresiva de la masa muscular, así como la debilidad que ocurre en los músculos con el envejecimiento, contribuyen también a la pérdida de dinamismo. Este deterioro es además causa de la merma de independencia en el anciano, de una mayor demanda de servicios sanitarios, aislamiento social, depresión y abandono (Greenlund y Nair, 2002).

Como consecuencia de las severas implicancias que este fenómeno de incapacidad genera, se viene prestando una especial atención al entrenamiento de la fuerza como el medio para controlar la pérdida de la musculatura esquelética que ocurre con la edad. El aumento de fuerza y masa muscular obtenidos, suponen una ganancia de independencia funcional y por lo tanto una mejora en la calidad de vida, lo

que implica menor dependencia de otras personas y, obviamente, reducción del riesgo de contraer patologías músculo-esqueléticas y, secundariamente, otras de índole metabólica.



Fuente: Borges, 1989

Figura 1.4. Pérdida de fuerza muscular con la edad.

## 8. RELACIÓN ENTRE ACTIVIDAD FÍSICA Y SALUD MENTAL

Aunque no se habían establecido aún relaciones causales, ya desde hace dos décadas se comenzó a relacionar la actividad física con el bienestar psicológico y con aspectos tales como la calidad de vida, la reducción del estrés, los cambios en los estados emocionales y los estados de ánimo, la mejora del autoconcepto o los descensos en los niveles de ansiedad y depresión (Biddle *et al.*, 2000).

La información existente apunta a que la práctica de la actividad física se traduce en una mejora del bienestar subjetivo, entendido como sentimientos de satisfacción con la vida, la familia y el trabajo. Así, en un estudio realizado en España mediante un programa de intervención con actividad física aeróbica y no aeróbica de ocho meses sobre personas sedentarias de 61 a 77 años, se demostraron incrementos significativos en el bienestar psicológico y en la satisfacción en los dos grupos de ejercicio en comparación con los controles, siendo las mejoras significativamente más elevadas en el grupo de actividad aeróbica. No obstante, para que se produzca un efecto a largo plazo

debe existir un estilo de vida activo más que una intervención concreta y puntual.

Pocas experiencias son tan visibles en la vida como los movimientos físicos, es por ello que el realizar actividad física tiene un papel tan importante en el desarrollo de la autoestima. Hallazgos de diversos estudios indican, por ejemplo, que los hombres mejoran su autoestima tras un programa de entrenamiento con pesas, acompañándose también de percepciones más positivas de la propia imagen corporal y de un incremento de autoeficacia física, entendida como la creencia que tiene un sujeto acerca de su capacidad para realizar tareas específicas (Márquez, 1995).

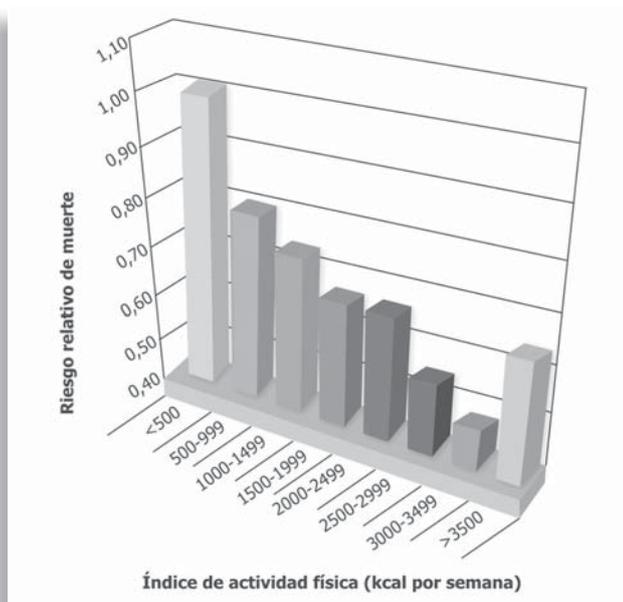
Las estadísticas nos indican que un elevado porcentaje de la población normal sufre en algún momento de su vida estados de depresión de moderados a intermedios, llegando en los casos graves a tendencias suicidas. La actividad física regular puede estar asociada con la reducción de los síntomas depresivos (Lawlor y Hopker, 2001). Se ha demostrado, por ejemplo, cómo las personas de edad que reducían la intensidad del ejercicio físico durante un periodo de varios años tienen más síntomas depresivos al final del estudio que aquellos que habían permanecido activos o incrementaban su actividad física. También se ha observado que los individuos con depresión tienden a ser menos activos físicamente que los no depresivos pero que, tanto el ejercicio aeróbico como el de fuerza, manifiestan efectos de reducción significativa de los síntomas depresivos (Dunn *et al.*, 2001). Incluso en el ámbito del tratamiento clínico de la depresión, el ejercicio tiene una utilidad terapéutica, y se ha puesto de manifiesto que el ejercicio aeróbico de intensidad moderada durante 30 minutos al día en un tiempo tan corto como diez días produce mejoras significativas.

En una amplia revisión de la literatura llevada a cabo en 1999 se afirmaba ya que existen pruebas suficientes de la eficacia del ejercicio en el tratamiento clínico de la depresión y que, además, tiene un moderado efecto reductor de los estados de ansiedad y en algunos casos puede mejorar la autoestima. De forma global, el conjunto de trabajos realizados hasta el momento sugiere que el ejercicio regular y moderado debería considerarse como una forma viable de tratamiento de la depresión y la ansiedad, así como una forma de mejorar el bienestar psíquico en la población. Estas conclusiones son apoyadas también por otras revisiones, que extienden los efectos a una mejora en la calidad de vida de los individuos físicamente activos.

## 9. RELACIÓN ENTRE ACTIVIDAD FÍSICA Y MORTALIDAD GLOBAL

Desde tiempo inmemorial, el estilo de vida físicamente activo se ha considerado como promotor de la salud y la longevidad. Muchas observaciones eran anecdóticas y hasta después de la Segunda Guerra Mundial no se dispuso de resultados cuantitativos de cierta significación.

En un importante trabajo longitudinal realizado durante más de dos décadas sobre un grupo de 14.786 alumnos de la Universidad de Harvard (Paffenbarger *et al.*, 1984), entre los que se registraron 2.343 muertes, se encontró que el riesgo relativo de muerte durante el periodo de seguimiento se reducía a 0,67 cuando se caminaba más de 15 kms a la semana y a 0,75 cuando se subían 55 o más escalones a la semana. Además existía una tendencia significativa a la disminución del riesgo de muerte cuando aumentaba la distancia caminada, el número de escalones que se subían o el grado de intensidad de los deportes que se practicaban (Figura 1.5).



Fuente: Paffenbarger *et al.*, 1994

**Figura 1.5.** Riesgo relativo de muerte según el nivel de actividad física.

En un estudio prospectivo de catorce años de duración en el que se controlaron 30.000 personas de ambos sexos con un rango de edades entre 20 y 93 años se observó que la actividad en tiempo libre estaba inversamente asociada con la mortalidad por todas las causas, tanto en hombres como en mujeres,

en todos los grupos de edad. Se detectó también un importante beneficio de la actividad física moderada en tiempo libre y una mortalidad significativamente más baja en el grupo más físicamente activo en relación con la observada en el grupo menos activo (Anderson *et al.*, 2000).

Una forma aún más fiable de confirmar la relación causal entre actividad física y mortalidad global es examinar el efecto que tiene sobre esta última el pasar de niveles bajos de actividad física o forma física a otros más elevados. En el estudio con alumnos de Harvard antes mencionado se comprobó que cuando sujetos sedentarios se implicaron en actividades deportivas de intensidad moderada durante un periodo de al menos once años la mortalidad se reducía en un 23% respecto a aquellos sujetos que continuaban siendo sedentarios.

## 10. RECOMENDACIONES

Aunque las recomendaciones acerca de la actividad física a realizar deben adaptarse a cada edad y persona, en adultos el mensaje dominante es considerar como actividad física beneficiosa para la salud aquella actividad de intensidad moderada que se realiza diariamente, o casi todos los días, con una duración mínima de 30 minutos. Según se indica en las recomendaciones del Ministerio de Sanidad en nuestro país, la duración aconsejada dependería de la intensidad. Si no se puede realizar una actividad de intensidad moderada bastarían 60 minutos de intensidad suave. Los 30-60 minutos pueden distribuirse en periodos de 10-15 minutos a lo largo del día y su realización es más fácil si se integra en actividades cotidianas tales como caminar rápido al trabajo, subir escaleras, etc. También proporcionan orientaciones útiles las recomendaciones de la Declaración de Québec sobre Actividad Física, Salud y Bienestar (Blair y Hardman, 1995), y que se recogen en la Tabla 1.3.

**Tabla 1.3.** Declaración de Consenso de Québec sobre Actividad Física, Salud y Bienestar.

Fuente: Blair y Hardman, 1995

### Las actividades deberían:

- Ser más que una carga habitual.
- Requerir un consumo mínimo de 700 kcal/semana.
- Realizarse con regularidad y si es posible diariamente.

(Continúa)

(Continuación)

*En la práctica un ejercicio rítmico continuado como andar a paso ligero durante 20-30 minutos al día sería suficiente para cumplir estos requisitos en la mayoría de los adultos.*

**Para conseguir unos beneficios máximos sobre la salud, las actividades deberían:**

- Incluir algunos periodos de actividad vigorosa.
- Incluir una variedad de actividades.
- Afectar a la mayor parte de los músculos corporales, incluyendo los del tronco y la parte superior del cuerpo.
- Suponer un gasto de hasta 2.000 kcal/semana.
- Mantenerse toda la vida.

El mínimo de actividad física diaria es muy importante y, aunque las actividades de menor frecuencia pueden mejorar la forma física, tienen efectos menos importantes sobre la salud. Actividades y ejercicios más intensos pueden ser también beneficiosos, pero no siempre, por lo que es importante consultar previamente con un especialista antes de iniciar actividades de mayor intensidad. No obstante, es necesario insistir en que se trata de una recomendación de tipo general y que diferentes tipos e intensidades de ejercicio pueden mejorar diversos componentes de la salud y de la forma física (Márquez, 2003). Por ejem-

plo, un paseo suave a la hora del almuerzo, puede no ser suficiente para mejorar la forma circulatoria, pero podría contribuir al control del peso y a la reducción del estrés. También es importante el tratar de reducir los periodos de inactividad, como aquellos invertidos en ver la televisión. La simple sustitución de estar sentado delante del televisor por mantenerse una hora en pie puede permitir la reducción de 1-2 kg de grasa al año. También se pueden obtener claros beneficios simplemente levantándose cada hora del sofá y realizando ejercicios de estiramiento y de flexibilidad, algo especialmente importante en personas mayores.

El sedentarismo se está convirtiendo en una auténtica epidemia en los países desarrollados y, sin embargo, está bien demostrado que la actividad física reduce el riesgo de padecer afecciones cardiacas, diabetes y algunos tipos de cáncer, permite controlar mejor el peso y la salud de huesos y músculo y presenta indudables beneficios psicológicos. Por todo ello es necesario un estilo de vida más saludable que incluya actividades físicas diarias y que las autoridades, desde un ámbito supranacional al puramente local, fomenten dicho tipo de actividades y conciencien a la población de los indudables beneficios que comporta el que la gente sea más activa.



# Evolución histórica y análisis de los contenidos de la actividad física como forma de salud

Eduardo Álvarez del Palacio

## OBJETIVOS

- Analizar el significado y la evolución de los contenidos de la actividad física como medio fundamental de la higiene médica a través de la historia.
- Valorar su consideración social y los diferentes sistemas y métodos existentes en cada uno de los periodos tratados.
- Establecer una interrelación entre las distintas etapas históricas y su influencia en el ámbito de la salud integral de las personas.

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde la perspectiva académica pretendemos fomentar entre los profesionales de la disciplina una conciencia de “duda razonable” que nos lleve a desarrollar nuestra capacidad crítica, no aceptando siempre, y por sistema, lo “actual” como bueno y lo “antiguo” como malo, sino a juzgar ambos por sus valores intrínsecos y positivos.

A partir de su propia naturaleza, el ejercicio físico-corporal puede definirse como una manifestación práctica que a través del movimiento humano permite abordar numerosos objetivos educacionales, utilizando para ello actividades como el juego, el deporte, la gimnasia, la danza, la expresión y comunicación corporal, las actividades en la naturaleza y otras formas diversas de mantenimiento de la condición física. Así pues, la actividad física no es única y exclusivamente adiestramiento corporal.

En la actualidad utilizamos los términos “educación del movimiento”, “educación de la motricidad” para referirnos al proceso humano de aprender y mejorar la capacidad de moverse, que se prolongará

durante toda la vida, en tanto que por educación física entendemos la fase específica de esta actividad limitada a la vida escolar del niño.

Como nuevo concepto, esto ampliaría nuestra visión de la actividad física desde un simple programa escolar para estudiantes, a otro que involucraría a personas de diferentes edades —mantenimiento físico de adultos, gimnasia de mantenimiento, actividad física para la tercera edad, etc.—. Ahora bien, en cualquier caso, deberíamos considerar la motricidad humana y sus concomitantes de conocimiento, actitud y apreciación del movimiento, y el ejercicio corporal, como cualidades que permitirán al individuo vivir mejor y más saludablemente a lo largo de toda su vida.

No cabe duda de que el nivel de desarrollo de un pueblo viene dado por su mayor o menor inclinación hacia la práctica educativa. Por medio de ella, la comunidad humana es capaz de conservar y transmitir sus peculiaridades físicas y espirituales, de manera que el hombre utiliza para propagar y conservar su forma de existencia social y espiritual las fuerzas que él mismo ha creado, es decir, la voluntad consciente y la razón. Estas fuerzas serán las encargadas de faci-

litar la aparición y desarrollo en el ser humano de un fenómeno natural, espontáneo, característico de la especie, identificado como *juego*, que contribuirá de manera definitiva al desarrollo integral y adaptación del ser humano al medio ambiente durante las primeras edades de su vida. Incluso la propia naturaleza corporal del hombre y sus cualidades psicosomáticas pueden cambiar mediante la utilización consciente de este importante medio educativo, elevando sus capacidades a un rango superior.

La naturaleza interactuante del ser humano, en su doble estructura corporal y espiritual, elabora las condiciones especiales para el mantenimiento y transmisión de su forma peculiar, siendo además necesario la organización de un proceso físico y espiritual que lo apoye, y que conocemos como educación. Cuando el movimiento se combina con el instinto humano hacia el juego, el resultado conforma uno de los más poderosos medios de desarrollo. De ahí que la actividad física forme parte integral del espectro formativo del ser humano a lo largo de toda su vida.

Para el ser humano, el ejercicio físico es un medio de completarse a sí mismo, es decir, de perfeccionarse corporal, espiritual y humanamente. De manera que adoptado con libertad, pleno de valor, tomado en serio, correctamente regulado, realizado de manera placentera, y buscando una mejora en el rendimiento, supondrá una de las actividades importantes en la vida del hombre. Su origen inmediato es también el impulso animal hacia el movimiento, fácilmente demostrable cuando examinamos la historia de la humanidad. Ello explicaría el impresionante desarrollo de algunas manifestaciones de carácter físico, como por ejemplo el deporte en la época contemporánea. Además, la actividad física en nuestra sociedad supone una reacción contra la tecnología moderna, que reduce el movimiento corporal muy por debajo de la actividad vital necesaria.

Así considerado, el ejercicio físico es, como apunta Ortega y Gasset, “una autohigiene inconsciente dirigida a la preservación de la especie humana, una manifestación de nuestra conciencia vital”. La actividad físico-recreativa posee su esencia propia en cuanto que se practica por sí misma, sin perseguir objetivo político ni económico alguno; es autotélica.

¿Dónde se halla la raíz espiritual de ese impulso vital que el ser humano siente hacia el movimiento? Es necesario reflexionar sobre nuestras formas de actividad física, el sentido de su existencia y, en definitiva, su justificación. El hombre primitivo veía en todo aquello a lo que no era obligado por la elemen-

tal necesidad de subsistir, en todo lo que no era de utilidad inmediata, la inspiración de unos poderes superiores y un medio para entrar en comunicación con éstos, así como de influirlos. De esta manera es como el ejercicio corporal pasó a formar parte del culto. Pero también fuera del culto, la actividad física respondía en algunos casos a necesidades espirituales, tenía sus “reglas”, como cualquier otra forma de actividad humana, estaba determinada por juicios de valor e incorporada al sistema de las relaciones de convivencia, y todo ello hasta el punto de que Ortega y Gasset, en el *Origen deportivo del Estado*, llega a ver en la agrupación para la realización de este tipo de actividades físico-deportivas, la transición de la horda a la tribu; paso trascendental y primer eslabón en la cadena de desarrollo de nuestra sociedad. Por ello, las actividades físico-deportivas se convertirán en medio de educación, objetivo ético, asunto de la comunidad y motivo de formación de comunidades.

La historia de la actividad física arroja luz sobre algunos aspectos ciertamente interesantes de la cultura humana. Cada época histórica crea sus propias formas de actividad física, viéndose la esencia de cada pueblo claramente reflejada en ellas. Y como afirma C. Diem (1961), “siempre una constante destacará sobremanera, el juego, espiritualmente formador, sirviendo a la vida y formando parte de la esencia misma del hombre”.

El ejercicio físico, y algunas de sus manifestaciones más destacadas —los juegos, la danza, el deporte—, fueron en sus orígenes un acto de culto, un símbolo de la vida, un rito reflejado en infinitas facetas y un fuerte lazo de unión en aquellas horas en que el hombre primitivo se comunicaba con los poderes superiores, consagrando a los dioses la fuerza de sus miembros. La ritualización del ejercicio corporal demuestra que el hombre primitivo no era menos creador e imaginativo que el de hoy, y serán muy variadas las formas en que adoraba a sus dioses, les rogaba auxilio o les rendía acción de gracias: en nacimientos o muertes, en la pubertad, en el matrimonio, en la recolección de las cosechas, en la caza, en los cambios de estaciones y en otras fiestas durante las que se conjuraba su presencia en diversas manifestaciones de carácter lúdico-religioso.

Desde estas primeras formas ancestrales, el mundo ha derivado hacia el tiempo del saber y de la técnica, pero la magia del juego no se ha perdido. El desafío de su fuerza y habilidad, donde quiera que el hombre progresaba, se convertía en escuela de nobleza. Como plantea el ya citado C. Diem (1961), “a los grie-

gos les quedó reservado el privilegio de desarrollar esta verdad como regla de vida, como idea educativa —*paideia*—, haciendo que pasara a formar parte de su concepción del mundo, que es la base de la cultura occidental. La actividad físico-deportiva antigua y su máxima festividad, los juegos olímpicos, conformarán el punto de arranque en la historia de la actividad física sistematizada”.

Una de las maravillas de la historia de la humanidad se encuentra en el hecho de que el destruido mundo griego rebrotara, lejos de su lugar de origen y no como copia de museo, sino con vida propia, en el espíritu del Renacimiento. El arte y la ciencia reciben un fuerte impulso alimentados por el Humanismo, por el orgulloso sentimiento de la fuerza de la personalidad humana, penetrada por la omnipotencia de la naturaleza. El hombre conquistó un nuevo campo de libertad espiritual, lo que dio lugar tanto al individualismo como al racionalismo; en definitiva, al renacimiento de aquella esperanza de poder llegar a descifrar todos los misterios, de poder recorrer todo el ámbito de la creación. Al mismo tiempo resurgirá de las tinieblas del pasado un nuevo concepto del cuerpo, del sentido de lo corporal, que ejercerá un efecto libertador, aunque a menudo degenerara en desenfreno.

Si antaño el centro estaba en Grecia, ahora se instalará en Italia, y de ahí irradiará al resto de Europa. Se volvieron a adoptar antiguas costumbres, antiguos juegos fueron reformados y desarrollados nuevamente, y el ejercicio físico tomó una nueva consideración en el ámbito educativo y en el de la conservación de la salud.

En el campo de la medicina y de la educación, una nueva literatura florecerá con fecundidad inaudita, siendo raro el texto en el que no se haga referencia al ejercicio físico como una forma de actividad corporal a considerar. Buena prueba de ello la tenemos en la obra del médico humanista andaluz Cristóbal Méndez o en la de su coetáneo italiano Jerónimo Mercurial.

En el planteamiento que realizaron los autores clásicos y humanistas podemos adivinar su idea fundamental sobre el ejercicio físico-corporal, perfectamente identificable con lo que hoy nosotros reivindicamos como teoría integral de la educación física: el hombre no es un ser simplemente biológico ni exclusivamente espiritual, sino ambas cosas a la vez. La interpretación del ser humano a partir solamente de lo espiritual conlleva una negación de todos los lazos que de forma indisoluble le atan a la naturaleza como base biológica propia. Por el contrario, el considerarlo

como un ser “sólo corporal”, supone olvidarse de un matiz que hace al hombre ser hombre en sentido específico.

No cabe duda de que el hombre es un ser que depende en gran medida de su corporeidad. El cuerpo es la base orgánica de su existencia, lo que hace que ésta sea posible. Sin él, la existencia humana sería impensable, pero en la misma medida tampoco puede definirse ésta como pura y simplemente “física”. Así lo interpretaban ya los clásicos, e intentarán por todos los medios transmitirnos esta idea, como se demuestra en la tesis aristotélica de la interdependencia alma-cuerpo.

La importancia del cuerpo se encuentra en el propio “actuar” del ser humano, de modo que comiendo, trabajando, desplazándose, corriendo, saltando, escribiendo, pensando, jugando, sintiendo, etc., yo soy mi cuerpo y mi cuerpo es “yo”.

Los clásicos completan su planteamiento con la reflexión de que el ser humano, además de “ser cuerpo”, también “tiene cuerpo”, en cuanto que es capaz de comunicarse y ejercer una influencia directa sobre él cuando lo cuida, lo entrena, lo ejercita, lo maltrata, o vive sus limitaciones, enfermedades, padecimientos, cansancios, debilidades, etc. Trasladando su pensamiento a nuestra cultura, cabría recurrir a las palabras de un insigne pensador y filósofo del cuerpo humano, P. Laín Entralgo (1989) cuando afirma que “la existencia humana oscila, en cierto sentido, entre este ser cuerpo y este tener cuerpo”.

## 2. ACTIVIDAD FÍSICA Y SALUD EN LA ANTIGÜEDAD CLÁSICA

El interés por la práctica físico-deportiva varía, en la época clásica, de un tiempo a otro, correspondiendo el periodo de máximo auge a la segunda mitad del siglo VI y primera del siglo V de a. de C. a raíz de la guerra contra los persas, momento en el que los griegos advierten la importancia de una buena formación física para la suerte del combate. La educación física alcanzó entonces una popularidad enorme, y el entusiasmo por su práctica se extendió a toda la población, llegando a convertirse en uno de los objetivos clave del sistema educativo, definido por el ideal aristocrático como *kalokagathía*, que perseguía la armonía y el equilibrio entre las cualidades físicas e intelectuales, a fin de alcanzar un desarrollo completo de la personalidad humana en todas sus facetas.

En el sistema educativo platónico, propuesto para su ciudad ideal y descrito en *La República* y *Las Leyes*, la actividad física ocupa un lugar importante en la formación de los hombres y mujeres del Estado.

Platón (*República*, 403e./*Leyes*, 796a., d., y 830a.) critica duramente la preparación de los atletas profesionales para la competición deportiva por su régimen de vida y sus métodos de entrenamiento. Propone la recuperación de un objetivo clásico de la gimnasia, como es la preparación de los ciudadanos para la defensa de la *polis*, algo que él consideraba inevitable, y de ahí su insistencia en la práctica de los ejercicios de carácter militar —la lucha, la esgrima, el tiro con arco, el lanzamiento de jabalina y de honda, la equitación, la caza, las batallas simuladas, etc.— en los que también deben participar las mujeres, aptas para realizar las mismas tareas que los hombres.

Además de este objetivo militar, Platón (*Leyes*, 794 c., 804 d., 813 b., 829 e./*República*, 455 d. y ss.), haciendo honor a su condición de griego ateniense, reivindica el concepto clásico de educación y todo lo que suponen sus contenidos: “la gimnástica para el cuerpo y la música para el alma”. Aclara, sin embargo, que se refiere a “una gimnástica sencilla y equilibrada, dirigida al desarrollo armónico de las facultades físicas de los jóvenes”. La gimnasia debe practicarse, pues, sin excesos y “desde la niñez, a lo largo de toda la vida”. Se debe iniciar su práctica, como en Esparta, muy pronto, desde el mismo momento del nacimiento. Platón recomienda que la mujer embarazada realice regularmente los ejercicios adecuados para dar a luz niños/niñas sanos y fuertes, a la vez que facilita la dinámica del parto —sería la gimnasia de preparación al parto actual—.

Aristóteles (*Política*, 1338 b.) expone sus ideas acerca del proceso educativo y la importancia del ejercicio físico en las primeras edades. Comparte con su maestro Platón el rechazo de los principios que inspiraban los sistemas de entrenamiento para la competición profesional, porque entendían el ejercicio físico como un fin en sí mismo y su sobrecarga en cantidad e intensidad llegaba a producir auténticas deformaciones en el cuerpo humano.

Se muestra contrario a la rigidez y utilitarismo del sistema educativo espartano porque el ejercicio físico no sólo ha de contribuir a la formación de buenos soldados, sino que también ha de jugar un papel importante en la adquisición de hábitos higiénicos, de salud, de bienestar mental, y de educación ética y moral de los ciudadanos. Y en la línea de su pensamiento respecto al ejercicio físico (*Política*, 1338 b.) llega a

definir la gimnasia como “la ciencia de los ejercicios físicos moderados y racionales aplicados al cuerpo humano con el fin de mejorar la salud y el bienestar o *euxia*; la *paidotribia* es el arte de cómo realizar esos ejercicios”.

Finalizado el periodo educativo propiamente dicho, es conveniente que la práctica física continúe, aunque de manera más moderada, durante el resto de la vida del hombre, y hasta la vejez, puesto que el cuidado del cuerpo mejora también moral e intelectualmente a las personas (Aristóteles, *Política*, 1331 a. y ss.).

En la Grecia antigua existieron tres clases de profesionales de la medicina: los médicos-sacerdotes, los filósofos y los gimnastas. Estos últimos eran los encargados de estudiar los efectos de las dietas y del ejercicio físico sobre la salud corporal.

En el campo de la medicina, la primera referencia antigua al ejercicio físico la encontramos en la colección de escritos médicos griegos que se nos ha transmitido con la denominación general de *Corpus Hippocraticum*, y que comprende algo más de medio centenar de tratados, en su mayoría de breve extensión, con una redacción concisa, de amplia temática médica y que abarca desde una serie de consideraciones generales sobre la profesión y ética del médico, hasta estudios de fisiología, dietética, higiene, etc.

Atribuidos a Hipócrates de Cos, que vivió hacia el 460-380 a. de C., este *Corpus* médico constituye la primera colección de textos científicos del mundo antiguo. Recogen la actuación filosófico-médica del profesional de la época, conjugándose en ella la actividad técnica con una amplia concepción sobre los procesos naturales que afectan al ser humano como parte integrante de ese *cosmos* natural regido por una *physis* universal. P. Laín Entralgo (1970) afirma que “va a ser precisamente ese concepto de *physis*, heredado de la filosofía presocrática, el que influya de manera decisiva en la visión intelectual de los escritores hipocráticos, que unen a sus dotes de observación minuciosa una capacidad notable de teorización sobre el hombre y el mundo”.

Las referencias al ejercicio físico-corporal se van a concentrar fundamentalmente en tres tratados del *Corpus*: *Sobre la dieta*, *Sobre la medicina antigua* y *Aforismos*.

El término *diata* tenía una doble referencia en la medicina helénica: por un lado, el tratamiento de las enfermedades, y por el otro, la conservación de la salud e incluso la mejora de la naturaleza del hombre. Se entendía como “régimen de vida absoluto” y no

sólo como simple “régimen alimentario”. Existía el convencimiento general entre los griegos de que los usos sociales (*nómoi*) podían llegar a modificar la naturaleza (*Physis*) del hombre —ésta es la tesis central del tratado hipocrático *Sobre aires, aguas y lugares*— y la concepción macromicrocómica de esa *physis*.

En *Sobre la dieta* se establece la triple dimensión de la medicina de aquella época, plenamente vigente en nuestros días: ayudar a los enfermos a recuperar la salud, a los sanos a fortalecerla y a los atletas a mejorar su condición. Su correspondencia en términos actuales se establecería con la medicina curativa, la medicina preventiva y la medicina deportiva.

El autor del tratado *Sobre la dieta* recurre en sus planteamientos a una alimentación natural y a la realización de ejercicios físicos dosificados y graduados en intensidad y dificultad, como fórmula ideal para prevenir o, en su caso, recuperarse de la enfermedad, mostrándose contrario a la administración de fármacos, a la vez que propone como alternativa el aprovechamiento de los medios que la propia naturaleza nos brinda.

Cuatro son los pilares básicos sobre los que se asienta el cuidado de la salud del ser humano: en primer lugar, sería imprescindible llegar al reconocimiento y discernimiento de su propia naturaleza, “porque si no se reconoce su composición fundamental, será imposible conocer lo que de ella se deriva, y si no se discierne qué es lo dominante en el cuerpo, será imposible procurarle lo conveniente en cada momento a ese ser humano” (Hipócrates, *Sobre la dieta*, I, 2, p. 21).

En segundo término, es necesario conocer la composición de todos los alimentos y bebidas con los que nos mantenemos, “porque es preciso saber qué propiedades tiene cada uno de ellos, tanto si provienen de su misma naturaleza, como si son debidas a la ocasión forzada y a la técnica del hombre, siendo obligado conocer cómo se debe disminuir la influencia de las cosas que son fuertes por su naturaleza y cómo hay que potenciar el vigor de las débiles, por medio de la técnica, cuando quiera que se presente el momento oportuno para lo uno y para lo otro”.

A continuación es imprescindible conocer y discernir la influencia —efectos— que los ejercicios físicos, tanto los naturales como los artificiales (violentos), producen en el cuerpo humano, “porque presentan influencias opuestas a la ingestión de alimentos, pero se complementan con vistas a la salud; pues mientras que los ejercicios físicos producen naturalmente un gasto de lo acumulado —depleción—, los alimentos y las bebidas restauran lo vaciado —repleción—.

Y por último, sería también fundamental conocer los principios de relación convenientes que se establecen entre las cantidades y calidades del ejercicio físico y de los alimentos, siendo necesario considerar la naturaleza de los individuos y las edades de los cuerpos, su grado de actividad diaria y su adecuación a las diferentes estaciones del año, las variaciones de los vientos y la situación de la localidad en que se habita, y la constitución del año”.

De todo esto se deduce claramente que el eje central sobre el que pivota todo el tratamiento dietético es el logro del equilibrio entre los ejercicios físicos (*pónoi*), las comidas (*sîta*) y las bebidas (*potá*). Los Libros II y III del tratado están dedicados al estudio del funcionamiento contrapuesto entre las *dynámeis* (cualidad/función) de los alimentos y de los ejercicios físicos. Precisamente, en la destrucción del equilibrio saludable entre unos y otros se va a encontrar la causa primaria de la enfermedad, suponiendo la base de su recuperación, y convirtiéndose el apropiado régimen dietético en la mejor medicina, siempre entendido en el sentido que le daban los griegos.

En los ejercicios físicos distingue entre naturales —el ejercicio de la vista, del oído, de la voz y del pensamiento— y artificiales o “violentos”—que son “construidos” por la imaginación del hombre y obligan a la realización de un esfuerzo intenso—.

El paseo, una de las formas de ejercicio físico más antigua que se conoce, es considerado como un ejercicio natural, aunque tenga algo de intensidad (“violencia”); su efecto es altamente positivo después de las comidas, al levantarse por las mañanas y como forma de relajación (vuelta a la calma) al finalizar la sesión de preparación física.

Las formas de carrera más aconsejables son “las dobles y de fondo”, es decir, de distancias medias y largas, también conocidas por su efecto orgánico-muscular, como de resistencia, y menos las “sencillas”—de distancias cortas y muy cortas, a las que denominamos de velocidad o velocidad-resistencia—.

Los ejercicios gimnásticos realizados con una intensidad alta son perjudiciales para los individuos débiles, siendo muy recomendables los movimientos que impliquen flexiones, extensiones y elevaciones de brazos, porque ayudan a mejorar la capacidad cardiorrespiratoria. Las distintas formas de lucha y el frotamiento —masaje— desarrollan y mejoran la musculatura.

Los ejercicios gimnásticos en el polvo y los realizados con el cuerpo untado de aceite difieren en que el primer elemento es frío y el segundo es cálido, de

manera que la práctica de los primeros se aconseja en verano, mientras que la de los segundos es más apropiada en época de invierno.

La aplicación que se debe hacer del ejercicio físico, en cuanto a la cantidad y calidad del mismo, y en función del tiempo en que se realice, es un tema muy estudiado y valorado entre los médicos hipocráticos. Es por lo que el autor de *Sobre la dieta*, divide el periodo anual en las cuatro estaciones clásicas—invierno, primavera, verano y otoño—, aconsejando para cada una de ellas el tipo de ejercicio más conveniente.

En invierno se debe dar gran cantidad y variedad a la práctica del ejercicio físico, realizando carreras de fondo con aumento progresivo de la distancia y la intensidad, practicando la lucha libre y los paseos rápidos tras la sesión de ejercicios gimnásticos; los paseos suaves y al sol después de comer y largos paseos matutinos, aumentando la intensidad en progresión y llegando a ritmo de intensidad alta, para terminar sosegadamente, lo que podríamos llamar, utilizando terminología actual, un juego de ritmos y distancias (*fartlek*) paseando.

El paso a la primavera va a exigir una modificación en los hábitos dietéticos, variándolos con comidas y ejercicios más suaves y ligeros. La práctica de ejercicio físico ha de reducirse en cantidad, pero manteniendo la variedad y disminuyendo la intensidad. En cuanto a los paseos, se deben reducir los de después de las comidas y mantener los matutinos.

La llegada del verano obliga a una nueva adaptación del régimen de vida a sus características climáticas propias. En cuanto a los ejercicios físicos es aconsejable reducir la intensidad al mínimo, se deben suprimir las carreras de fondo y los paseos a la sombra se convertirán en la principal actividad física, alternándose con la lucha libre a cubierto. El paseo matinal se debe mantener, eso sí, protegiéndose de los fríos matutinos y del sol.

El otoño es considerado como un periodo de transición hacia el invierno, que va a permitir una acomodación gradual del ser humano a la estación más dura del año. El ejercicio físico debe ir aumentando en cantidad y en intensidad, volviéndose de nuevo a la práctica de la carrera de distancias medias, a las sesiones específicas de preparación física y a la lucha. Se mantiene el paseo matutino y se deben de recuperar el de después de la comida y el de vuelta a la calma al finalizar la sesión de trabajo físico.

Finaliza el Libro III con una exposición de quince casos distintos, provenientes todos ellos de un supuesto

desequilibrio entre alimentos y ejercicios, que exigen la aplicación de un tratamiento adecuado según un diagnóstico previo —prodiagnosis—. En los nueve primeros ese principio de desequilibrio proviene de los alimentos, y en los seis restantes es causa de los ejercicios físicos. Las nociones de “repleción” (*plesmoné*) y de “depleción” o “vaciamiento” (*kénosis*), son principios causales y efecto en la concepción del desequilibrio.

El descubrimiento de esa estrecha relación que se establece entre la alimentación y el ejercicio físico surge como consecuencia de una minuciosa observación y del conocimiento técnico, siendo precisamente en el campo de lo que hoy conocemos como entrenamiento deportivo, donde se van a producir los principales avances dietéticos, expresados así por el autor del tratado: “Incluso hoy en día los que se ocupan de los gimnasios y de los ejercicios físicos siguen continuamente investigando, con ese mismo método, qué alimentos y bebidas puede el hombre asimilar mejor y cuáles pueden hacerle más fuerte”, probablemente el autor se refiriese en esta cita al famoso y reconocido paidotribo Heródico de Selimbria.

### 3. HIGIENE Y SALUD EN LA ÉPOCA DEL IMPERIO ROMANO: LA OBRA DE CLAUDIO GALENO

La gran obra hipocrática que hemos estudiado va a tener su reflejo final en Galeno (131-200 d. de C.). La brillantez y originalidad de su obra en todos los ámbitos del saber médico le van a permitir valorar críticamente toda la medicina griega, desde los presocráticos hasta los eclécticos —último movimiento representativo de la medicina helenístico/romana—, pasando por Hipócrates, al que Galeno veneraba, la corriente filosófico-médica que representan Platón, Aristóteles y los estoicos, y el movimiento de los alejandrinos y empíricos —algunos tan destacados como Herófilo, Erasístrato, Ptolomeo y Heráclides de Tarento—.

Claudio Galeno nació en Pérgamo, ciudad situada en el extremo occidental de Asia Menor, hacia el año 131 de nuestra era. Llevado por sus profundas convicciones acerca de la dignidad humana, desempeñó una ingente labor en la asistencia médica a los esclavos y como médico de gladiadores en el gimnasio pergameno. En el año 163 se traslada a Roma, donde enseguida triunfará en el ámbito profesional y

científico, llegando a ser médico personal de notables aristócratas y emperadores —Marco Aurelio, Cómodo y Septimio Severo—; impartió también lecciones de medicina, rodeándose de una pléyade de alumnos y profesionales del *ars médica*, como a él le gustaba llamarle.

Como hemos visto, en la medicina griega la dieta fue considerada como el factor fundamental para el tratamiento y prevención de las enfermedades. Este planteamiento se va a extender también a la vida romana, convirtiéndose la dietética en un elemento determinante al servicio del hombre preocupado por su salud.

Para Galeno, el fundamento de la dietética reside en el uso adecuado de las “cosas no naturales”, que el galenismo posterior agrupará en seis géneros, las famosas *sex res non naturales*: *aër, cibus et potus, motus et quies, somnus et vigilia, excreta et secreta, effectus animi*; o lo que es lo mismo, aire y ambiente, comida y bebida, movimiento/actividad y descanso, sueño y vigilia, excreciones y secreciones, y los cambios/alteraciones del ánimo. La combinación de estas *sex res non naturales* está dominada por el concepto aristotélico del *mesotes* (justo medio). Galeno incorporó plenamente este concepto a su dietética, y lo utilizará como una experiencia vital básica, refiriéndonos que “de niño, más tarde en la pubertad, e incluso en la adolescencia, me vi dominado por no pocas y graves enfermedades. Pero después de los veintiocho años, cuando aprendí el arte de proteger la salud (*hygieinè technè*), obedeciendo sus preceptos, no tuve enfermedad alguna, a no ser alguna fiebre ocasional tras un esfuerzo grande en el trabajo”.

Apoyándose en las doctrinas dietéticas, Galeno dirigirá la vida de los individuos, regulando hasta los más mínimos detalles. Estudió y determinó los efectos de cada tipo de alimento, la estación del año, los días y las horas más apropiadas para su ingestión. Apoyado en la experiencia y en el raciocinio, estableció toda una doctrina sobre la nutrición y el ejercicio físico, auténticos pilares de la regulación dietética.

Su abundante obra escrita le convertirá durante los trece siglos siguientes en el indiscutible maestro de la medicina universal; entre sus tratados conservados —ochenta y tres de atribución segura y varios más de dudosa autenticidad—, hemos de destacar, por su relación con el ejercicio físico-corporal, el *De la conservación de la salud —De sanitate tuenda—* y el *Tratado de la pelota pequeña —De parvae pilae exercitio—*, que estudiaremos a continuación.

Galeno, en su tratado *Sobre el ejercicio físico por medio del juego de pelota pequeña*, nos transmite la idea general, ya ampliamente desarrollada en la medicina clásica griega, de la importancia que el ejercicio físico tiene en la conservación de la salud, a la vez que defiende la teoría de que esta clase de juegos son la forma de ejercicio más completa para lograr un óptimo beneficio físico-corporal.

Para el médico pergameno, las formas de actividad física más adecuadas, dentro de los distintos tipos de ejercicio físico que se pueden practicar, son las que producen un efecto beneficioso para el cuerpo y para el alma; su razón la fundamenta en que “todo aquello que ayuda a conseguir el placer, el deleite, el afán de gloria, supone una fuerza añadida a la hora de alejar las enfermedades del cuerpo; mientras que por el contrario, la angustia y la tristeza son un factor más de riesgo en la adquisición de la enfermedad”.

Claudio Galeno precisa, efectivamente, que el juego de pelota ofrece toda una serie de ventajas sobre otras formas de ejercicio, y menciona algunas de ellas: la fácil adquisición del móvil de juego —la pelota—, en comparación con otra forma de práctica física, como es la caza, en la que se utiliza un material más sofisticado y difícil de conseguir. En segundo lugar menciona el tiempo limitado del que cualquier profesional dispone para dedicar a la realización diaria de sus ejercicios, siendo el juego de pelota una actividad que se puede realizar hasta en su propia casa. La tercera ventaja a considerar sería el aspecto económico, es decir, el coste del material necesario para su práctica que, en el caso del juego de pelota, está al alcance de cualquier ciudadano, mientras que en otros deportes —sigue insistiendo el autor en el deporte de la caza, como ejemplo—, se exige una fuerte inversión económica de material. En cuarto y último lugar, Galeno valora los beneficios derivados de su práctica, basándose para ello en el efecto que este tipo de ejercicio produce en el cuerpo humano, y cuyo punto de partida se encuentra en la clasificación que él mismo realiza del ejercicio físico, para lo que toma como referencia los criterios de fuerza y naturaleza del propio movimiento: en cuanto a su fuerza, el ejercicio se dividirá en *duro* —el realizado con una intensidad de ejecución máxima y submáxima—, y *blando* —el ejecutado con un nivel de intensidad media o baja—. Atendiendo a su naturaleza, el ejercicio físico se dividiría en *global o general* —porque en el transcurso de su desarrollo participarían de forma simultánea varias partes (grupos musculares) del cuerpo—, y *analítico o localizado* —cuando su aplicación está dirigida a

una parte muy determinada (un grupo muscular) del cuerpo humano—.

El ejercicio del juego de pelota es el más completo porque “mueve por igual todos los miembros del cuerpo (ejercicio global) y puede elevarlos a una vehemencia suma (intensidad máxima o submáxima), o hacerlos descender a una gran suavidad (intensidad media o baja)”. En la misma línea afirma que “el juego de pelota es un ejercicio global o general, porque permite mover todos los miembros corporales al mismo tiempo, e incluso en algunos lances del juego unas partes más que otras”.

Aunque no lo especifica claramente, Galeno deja entrever que el juego de pelota se desarrollaba como una modalidad deportiva colectiva, de cooperación/oposición, y con movimientos técnicos básicos de *desplazamientos* (adelante, atrás, laterales, diagonales), *pases* (con la mano o con el pie), *recepciones* (en todas las direcciones), *botes de pelota* (de distinta forma) y *saltos* (en altura y profundidad), llegándose a situaciones límite en cuanto al nivel de esfuerzo físico y en la dureza del juego. Hace el autor una preciosa y precisa alusión a lo que hoy —en lo que nosotros llamamos “entrenamiento moderno”— suponen dos principios fundamentales de la preparación física para la práctica deportiva: la *supercompensación* y la *alternancia* en el esfuerzo, así lo expresa: “Es necesario, pues, en este juego, que la variedad de posturas tense de forma más vehemente los músculos, unos en unas direcciones, otros en otras, de tal forma que, ejercitándose todos por turno, tengan igual reposo, los que están en actividad igual tiempo que los que descansan y, de esta forma, alternativamente en ejercicio y descanso, ni los perezosos permanezcan absolutamente inmóviles, ni los que únicamente se esfuerzan sean afectados por la fatiga”.

El juego de pelota favorece el desarrollo de la inteligencia en el hombre, al ejercer un papel fundamental en el proceso de su adaptación al medio ambiente que le rodea, así lo explica el médico pergameno: “la sola atención resulta tan agotadora que, unida al ejercicio físico y al deseo de alabanza, termina en deleite y procura los mejores beneficios al cuerpo en lo que se refiere a salud y al espíritu en la inteligencia”.

Se inicia el capítulo cuarto del tratado con una alabanza del autor al ejercicio físico y, como ejemplo destacado del mismo, al juego de pelota pequeña, “porque procura la salud del cuerpo y el equilibrio de las facultades específicas del alma”. La práctica de esta modalidad deportiva facilitaría el desarrollo y mejoramiento de las cualidades físicas básicas

del individuo: la resistencia, la fuerza —entendida como potencia—, la velocidad y las distintas formas de coordinación. Es por ello que Galeno destaca la importancia de esta actividad como un medio fundamental de lo que en la actualidad nosotros conocemos como *mantenimiento físico* o *gimnasia de mantenimiento*, ya que con esta forma de ejercicio —el juego de pelota— “no se acrecienta la desmedida obesidad ni disminuye la excesiva flaqueza; al contrario, es un ejercicio suficiente para emprender acciones que requieran fuerza e idóneo para todos aquellos que hacen ejercicios rápidos”.

Pero además, Galeno completa su planteamiento anterior, añadiendo el matiz terapéutico y asignándole al juego de pelota un importante papel rehabilitador, aconsejando su práctica como la mejor terapia para los que han padecido alguna enfermedad y se encuentran en periodo de convalecencia, o para los viejos —gimnasia para la tercera edad—; eso sí, disminuyendo la intensidad del esfuerzo y realizándolo moderadamente, así lo explica el propio autor: “este ejercicio, por lo tanto, es el más suave de todos y, consecuentemente, utilísimo para proporcionar descanso a los que lo necesitan, muy apropiado para recobrar la energía saludable, y el más idóneo para el anciano y para el adolescente”.

Para que el efecto de esta actividad físico-deportiva, utilizada como medio terapéutico, sea óptimo, Galeno nos da unas breves y acertadas recomendaciones biomecánicas a considerar durante su práctica: se debe mantener una posición equilibrada —o de justo medio, en sus palabras—, que no sea contraria a la simetría corporal, realizando desplazamientos cortos en el espacio, con una intensidad de ejecución media-baja, y sin hacer gestos bruscos ni explosivos. Finaliza sus consejos el médico pergameno, como no podría ser de otra forma, aludiendo a la última parte de cualquier sesión de ejercicio físico o de práctica deportiva, lo que en terminología actual conocemos como fase de relajación o de vuelta a la calma: el masaje corporal con aceite y la toma de un baño de agua templada constituirían el complemento ideal que optimizaría los beneficios corporales que de este tipo de práctica física se derivan.

Pasa a continuación el autor a hacernos una extraordinaria descripción del ejercicio físico como medio importante para compensar los desequilibrios psicofísicos producidos por el trabajo —lo que en nuestros días conocemos como gimnasia compensadora o de pausa—, de forma que, en función del tipo de trabajo y de la participación físico-corporal en el

mismo, podríamos elaborar una “receta” de ejercitación física, adecuada a las necesidades particulares de cada sujeto, analizando qué forma de juego es la más adecuada en función de la participación muscular, con qué intensidad se debe realizar, durante cuánto tiempo se ha de ejercitar, qué tiempo de recuperación se debe establecer, etc.

#### 4. LAS ENSEÑANZAS DE LA EDAD MEDIA

Entre los años 642 y 1453, Constantinopla se convirtió en el centro médico alrededor del cual giró toda la medicina bizantina. La figura más destacada en el ámbito de la higiene médica durante esta época fue Juan Actuario, autor de varios tratados, uno de ellos referido al *Método terapéutico*, donde se recogen diversas alusiones al ejercicio físico tomadas de la obra galénica.

De obligada necesidad es la referencia a la medicina árabe, sin duda una de las claves del discurrir histórico de esta ciencia. Fue a través de un rápido proceso intelectual cómo los árabes no tardaron en conocer ampliamente la medicina técnica griega, y entre sus gentes rápidamente surgieron destacados profesionales de la ciencia médica: Rhazes, Avicena, Avenzoar, Averroes y Maimónides.

El supremo clásico de la medicina árabe y uno de los grandes genios de la historia universal del pensamiento fue el persa Avicena (980-1037). Su legado sobrepasa las doscientas obras de tema diverso, entre las que destaca el impresionante *Qanum* o *Canon*, referencia clave de la medicina medieval. Está compuesta esta obra de cinco libros, divididos a su vez en disciplinas, tratados, secciones y capítulos. Apoyándose en Galeno, Avicena recogerá en ella todo el saber médico de su tiempo, desde el concepto de medicina hasta la toxicología y la higiene, pasando por la dietética. El *Canon* será un texto de obligada consulta en las universidades europeas hasta la primera mitad del siglo XVI.

Durante los siglos XII y XIII, van a ser médicos de al-Andalus quienes se lleven la palma. En la medicina sevillana del siglo XII destaca sobremanera el médico Avenzoar (1092-1161), el más célebre de la dinastía sevillana de los Banu Zuhr, amigo personal de Averroes. Su fama como práctico fue tal que el mismo Averroes, al final de su *Colliget*, remite a la obra de Avenzoar para el estudio de todo lo referido a la terapéutica. En su obra *Memorandum*, dedicada al

estudio de los medicamentos purgantes, hace una alusión directa al ejercicio físico y al baño como medios importantes que facilitan la actuación de la purga administrada al enfermo.

Averroes (1126-1198), nacido en Córdoba (Figura 2.1), dentro del seno de una familia de notables juristas islámicos de gran prestigio e influencia en al-Andalus, junto con Maimónides, el más universal de los pensadores nacidos en la península Ibérica, y el más importante de los filósofos árabes. La gran obra médica de Averroes, el *Colliget* o *Libro de las generalidades de la medicina*, traducido al latín con aquél nombre en el siglo XIII por Bonacossa (1255) y editado en Venecia en 1482, recoge siete apartados, uno de los cuales, el sexto, está íntegramente dedicado al estudio de la higiene, que trata del mantenimiento de las condiciones necesarias para la salud. Y aquí se recogen diversas alusiones al ejercicio físico como un elemento básico de prevención en la conservación de un nivel óptimo de bienestar corporal (Vázquez de Benito, 1987).



Figura 2.1. El triunfo de Santo Tomas, de Andrea de Bonaiuto, con la imagen sentada y pensativa de Averroes.

En el apartado dedicado a la higiene, y en todo lo relativo a la dietética, Averroes parte de la teoría clásica de las predisposiciones, que serían tantas como individuos existen; así se explicaría el caso concreto de que tomando como referencia a “dos individuos de constitución semejante, que vivan en el mismo lugar, trabajen, descansen, se alimenten, realicen el mismo tipo de ejercicio y se cuiden de manera parecida, el uno pueda estar sano y el otro enfermo”. Esto, sin embargo, no significa para el médico árabe que las prácticas profilácticas y terapéuticas sean inútiles, sino más bien todo lo contrario, puesto que es necesario llevar una vida sana, una alimentación atemperada y hacer ejercicio físico, como fórmula preventiva de la enfermedad.

Los ejercicios físicos han de realizarse después de la digestión, y su ritmo no debe ser demasiado vivo, así “el momento adecuado para realizar el ejercicio físico es una vez que haya terminado la tercera digestión y antes de volver a ingerir alimentos. El límite de estos ejercicios deberá estar entre la marcha rápida y la cabalgada, de acuerdo con la medida adecuada exigida por el cuerpo y el esfuerzo de la respiración”. El baño de vapor es el complemento ideal del ejercicio físico y entre el pueblo árabe siempre fue considerado como una terapia ideal dentro de sus planteamientos higiénicos. Averroes alude a él en los siguientes términos: “en cuanto al baño, debe tomarse después de haber efectuado la sesión de ejercicios y antes de ingerir alimentos, y debe ser adecuado, tanto en cantidad (tiempo) como en calidad (temperatura)”.

Otra figura destacada que brillará con luz propia en la medicina de al-Andalus será Maimónides. Nació en Córdoba en el año 1135, y su padre fue un reputado teólogo miembro del tribunal rabínico de la comunidad israelita de Córdoba. Su vida estuvo llena de persecuciones y huidas, dada su condición de judío, hasta que por fin se estableció en El Cairo, lugar donde murió en diciembre de 1204.

La medicina preventiva constituirá la base de la literatura médica que nos legó Maimónides, tanto en sus tratados puramente científicos como en los médico-filosóficos y religiosos. Sus recomendaciones se van a centrar en tres aspectos principales:

- a) El logro de una variedad dietética adecuada tanto en cantidad como en calidad.
- b) Llegar al pleno desarrollo de las capacidades físicas por medio de la ejercitación corporal.
- c) Conseguir el máximo nivel higiénico y de saneamiento del medio ambiente.

Entre sus obras médicas escritas destacan sus *Comentarios sobre los Aforismos de Hipócrates*. *El Libro de los Aforismos médicos*, que en realidad viene a ser la recopilación extractada de las más famosas obras de Galeno a las que él añade fecundas y puntuales observaciones y, sobre todo, su escrito titulado *Sobre el régimen de la salud*, traducido al latín por la Escuela de Salerno como *Regimen Sanitatis* y dedicado a la ordenación del buen vivir del hijo del sultán Saladino su gran benefactor.

A partir de la primera mitad del siglo VI se va a imponer la figura del *sacerdote médico* sobre la tradicional del médico seglar. Los nacientes monasterios benedictinos primero, y las escuelas catedráticas más tarde, serán los lugares donde se conserve y cultive el saber médico durante la Alta Edad Media. En ellos se comienza a recibir y atender enfermos, a la vez que los monjes de Occidente leen a Dioscórides, Hipócrates, Galeno, Celio Aureliano, etc. El mismo San Isidoro, en la parte médica de sus *Etimologías* y con su pequeño tratado *De naturis rerum*, ejerció una poderosa influencia sobre los clérigos europeos consagrados a la actividad terapéutica.

Los centros rectores de la medicina bajomedieval en los que se van a encontrar los más importantes rasgos y las más ilustres figuras de la ciencia médica serán Montpellier, varias ciudades del norte de Italia —Bolonia, Florencia, Padua— y París. Uno de los apartados importantes al que los sabios médicos de estos centros dedican sus trabajos y estudios, siguiendo la tradición médica clásica, es el de la higiene, la dietética, en definitiva, el cuidado de la salud.

El máximo exponente de la literatura higiénico-dietética y de salud durante esta época bajomedieval va a ser la obra del médico español Arnau de Vilanova. Su prestigio profesional como médico llega a tan alta consideración que en 1281, el propio rey de Aragón y Valencia, y conde de Barcelona, Pedro III, solicita sus servicios como médico de cámara, asignándole un sueldo anual de dos mil escudos. Diez años más tarde, en 1291, se incorporó como profesor de teoría médica e higiene en la famosa Escuela Médica de Montpellier.

Las referencias del maestro Arnau al ejercicio físico serán frecuentes en su *Regimen sanitatis ad regem Aragonum*, una de las obras auténticas más amplia y doctrinal del médico catalán. Esta obra está destinada al uso privado del rey Jaime II de Aragón y, por tanto, especialmente adaptada a su complexión corporal y a sus condiciones de vida, recogiendo en ella las normas higiénicas adecuadas para la salud

corporal del monarca: reglas sobre el lugar más apropiado para establecer la corte, sobre el régimen del ejercicio físico, del baño, de la comida, del sueño, y de las emociones, sobre las cualidades salutíferas de los principales alimentos y bebidas; es decir, sobre la ordenación de las principales “cosas no naturales”, designadas por Arnau como “cosas que necesariamente afectan al cuerpo humano”. El *Regimen* es solicitado por el propio rey al maestro Arnau, y su fecha de composición se sitúa en el verano de 1308, después de que el monarca insistiera ante el médico reiteradamente: “... que me hagáis llegar ese libro para que, con él, pueda cuidar mejor mi salud”. El autor retiene el original de su trabajo, que aparecerá inventariado entre sus libros en Valencia (1311), a raíz de su muerte.

Es evidente que en el *Regimen sanitatis*, como en el resto de sus obra médicas, Arnau de Vilanova es un fiel galenista, siendo su referencia más clara el *De sanitate tuenda* del médico pergameno que, sin duda, conoció y utilizó. No obstante, la de Arnau es una producción distinta a la del médico romano, puesto que no se sujeta a una progresión rigurosamente prefijada, sino que recorre las diversas edades de la vida, desde la infancia hasta la vejez, exponiendo el régimen más adecuado para cada una de estas etapas y prestando una especial atención a la gimnástica (Paniagua Arellano, 1980).

Este planteamiento basado en el “régimen de las edades”, cuyo punto de partida es el tratado de Galeno aludido, va a ser el fundamento de los diferentes *Regimina sanitatis* aparecidos, como ya hemos indicado, a todo lo largo y ancho de la literatura médica medieval: Maimónides —cuyo *Regimen sanitatis*, dirigido al sultán Saladino, fue traducido del árabe al latín por Ermengol Blasi, sobrino de Arnau—, Averroes, Avenzoar, el propio Arnau y su compañero de claustro en la Escuela de Montpellier, Bernard Gordon, en su *De conservanda sanitate* (1303). No obstante, la relación que se puede establecer entre estas obras y las de nuestro médico es muy escasa, existiendo tan sólo coincidencias muy puntuales con ellas (Paniagua Arellano, 1980).

La importancia que el ejercicio físico tiene en la conservación de la salud, aparece claramente reflejada en el capítulo segundo del *Regimen sanitatis*, donde el maestro Arnau expone qué tipo de ejercicio físico y en qué cantidad se debe de realizar para poder optimizar sus efectos saludables. El momento más oportuno para su realización es antes de la comida, porque así aumentaremos el calor natural del organismo y le

predispondremos para poder recibir el alimento e ir iniciando de forma progresiva el proceso digestivo. Pero también es muy importante el efecto que el ejercicio físico produce en el proceso fisiológico de la evacuación de los productos de desecho —superfluidades— surgido de la digestión de los alimentos; y en la eliminación de las superfluidades más sutiles —las toxinas— acumuladas en la región subcutánea y que expulsamos por medio del sudor.

La cantidad de ejercicio físico necesaria en cada caso, vendría determinada por la cantidad de comida ingerida, estableciéndose entre ambas una relación directamente proporcional, de modo que a los poco comedores les bastaría con menos ejercicio, mientras que, por el contrario, los muy comedores necesitan ejercitarse mucho más; invirtiendo este planteamiento, nos aproximaríamos a una de las reglas de oro de la dietética físico-deportiva: a los que hacen poco ejercicio físico, les basta con poca comida, al contrario de lo que ocurre con los que se ejercitan mucho y tienen un gran desgaste, que necesitan comer en cantidad y calidad —que los alimentos sean ricos en nutrientes—.

La calidad —intensidad— del ejercicio físico debe ser, en cualquier caso, *moderada* (intensidad media-baja) y *uniforme*; y a continuación Arnau nos explica qué entiende él por moderada: “cuando al terminar la sesión de ejercicio físico, la persona se siente alegre y contenta, con los miembros más aliviados y ligeros; estableciéndose el límite entre el ejercicio moderado (de intensidad media-baja) y el ejercicio fuerte/intenso (de intensidad máxima o submáxima), en el nivel de la fatiga; de modo que llegados a un punto importante de fatiga es aconsejable abandonar el ejercicio”. La uniformidad en la realización del ejercicio físico es entendida por el médico catalán como una forma de ejercicio global, genérico, dirigido a todas las partes del cuerpo de manera equilibrada y armónica, bien sea caminando a pie, a caballo o de cualquier otra manera. La caza a pie y el juego de pelota son, para Arnau, las formas más completas de ejercitación física.

En el capítulo tercero del *Regimen sanitatis*, se trata el baño y el masaje como complementos ideales del ejercicio físico, e inclusive, Arnau opina que con su aplicación “se puede compensar la falta de ejercicio físico”. Su principal efecto es recuperatorio y de relax muscular, además de cumplir una importante misión higiénica, por cuanto limpian los poros de la piel tras la sudoración producida por el ejercicio físico. El baño de vapor es bueno para los que no realizan ningún

tipo de ejercicio físico habitualmente, y para los que comen demasiado, porque les provoca la sudoración y, en consecuencia, la eliminación de toxinas. Existirá una excepción, la de los cuerpos templados —sería el caso del rey de Aragón— y la de los sanguíneos, ya que si su comer y su ejercicio físico fuera moderado, no les convendría ni necesitarían sudar.

## 5. EL EJERCICIO FÍSICO EN LA MEDICINA DEL RENACIMIENTO

Una de las constantes que distinguen al humanismo renacentista es su interés por recuperar los principios del saber establecidos en el clasicismo greco-romano. Además de en el ámbito educativo, todo lo referido al cuerpo humano y su desarrollo se aborda desde otros saberes clásicos, como la filosofía y, especialmente, la medicina, hasta el punto de que el ejercicio físico-corporal formará parte importante del saber médico, junto con la higiene, durante este periodo, dando lugar a la gimnasia médica galénica.

Ello justifica la inclusión en nuestro trabajo del presente epígrafe, considerando también el hecho de que los principales tratados acerca del ejercicio físico escritos durante esta época son obra de insignes médicos humanistas, entre los que destacan: *El vergel de sanidad* (1542), de Luis Lobera de Ávila; *El aviso de sanidad* (1569), de Francisco Núñez de Coria; *La conservación de la salud del cuerpo y del alma* (1597), de Blas Álvarez de Miraval; y como obra más destacada en este ámbito, el *Libro del ejercicio corporal y de sus provechos* (1553), de Cristóbal Méndez. Aunque ya posterior a las obras citadas es de obligada referencia el libro titulado *Medicina Española contenida en proverbios vulgares de nuestra lengua* (Madrid, 1616), del médico extremeño Juan Sorapán de Rieros, en el que se dedica un capítulo entero, el XXXIX, bajo el título de “Quien se ejercita, descansa, y el que está en ocio, trabaja”, al tratamiento del ejercicio físico y a los beneficios derivados de su práctica. En él se recogen continuas alusiones a los autores clásicos —Hipócrates, Platón, Aristóteles, Galeno—, y a los árabes —Avicena— (Sorapán de Rieros, 1616).

En el ámbito de la medicina, el humanismo del siglo XVI va a ser la última y más esplendorosa etapa en la historia del galenismo. Nunca Galeno había alcanzado tanta y tan general influencia, hasta el punto de emplearse el término “galeno” para designar al profesional de la medicina. Tan sólo dos corrientes

antigalenistas, las postuladas por Paracelso y Vesalio, van a cuestionar la medicina galénica renacentista.

La profundización que realizan en el estudio del galenismo, abarcará de manera muy particular a algunos tratados de gimnástica, de forma que el ejercicio físico será ampliamente recogido dentro de las obras de estos humanistas, dirigidas en su mayor parte a la defensa de la salud, lo que en nuestros días denominaríamos como “medicina preventiva” ante la enfermedad. Así, para J.M<sup>a</sup>. López Piñero (1979), “el galenismo medieval se había encargado de ordenar, desde el esquema de las *sex res non naturales*, los grandes capítulos de dicha reglamentación vital.

Por otra parte, la higiene era considerada desde una perspectiva individual, lo que equivalía a que sus destinatarios fueran exclusivamente los privilegiados que integraban los grupos dominantes de la sociedad”. Estos *regimina* son elaborados por médicos artesanos y van dirigidos a sus señores y protectores, en definitiva, a los miembros de la clase dirigente y a la nobleza. Algunas de estas obras son demostración clara de ello, como el ya referido *Banquete de nobles caballeros* (1530), reimpresso por su autor, Luis Lobera de Ávila, médico del emperador Carlos V, en 1542, con el título de *Vergel de sanidad*, y dedicado al ilustre y muy magnífico Señor Don Francisco de los Cobos, comendador mayor de León y secretario del Consejo del Estado y secretario de su Majestad. El contenido de esta obra recoge un riguroso y completo plan de vida para regular la existencia de los que lo acojan como guía desde que se levantan hasta que se acuestan, una vez concluida la jornada; en él se establecen, de forma clara y pormenorizada, el tipo de ejercicio físico que deberá realizarse —en función de la edad y de las características psicosomáticas del individuo—, las horas más apropiadas para las comidas —con detalle de los alimentos y de las bebidas que se deben tomar—, se habla también del sueño y de cómo ha de dormirse, y de los grandes beneficios que el baño procura. Se inspira el doctor Lobera, según él mismo manifiesta, en la autoridad de los más ilustres médicos griegos y árabes.

Importante también, y de gran originalidad en su texto, es el *Libro del ejercicio corporal y de sus provechos*, escrito en 1553 por Cristóbal Méndez, donde se ofrecen normas básicas sobre el modo de realizar el ejercicio corporal, valorando sus distintas modalidades y destacando las ventajas del juego de pelota sobre otras prácticas físico-deportivas, por su globalidad en la participación corporal y el esfuerzo

requerido, además de la alta motivación que su práctica implica; también relaciona las distintas formas de práctica física con la edad, el sexo y la condición social de los participantes (Méndez, 1553).

En su obra *Regimiento y aviso de sanidad* (1569), Francisco Núñez de Coria aborda un tema tan interesante para el cuidado de la salud como es el uso del baño —complemento indispensable del ejercicio físico— y los beneficios higiénico-corporales que de él se derivan.

Francisco Valles, destacado médico e intelectual de la época, que fue catedrático de Prima de Medicina en la Universidad de Alcalá de Henares, médico de cámara de Felipe II, protomédico de todos los reinos y señoríos de Castilla y organizador, junto con Benito Arias Montano y Ambrosio de Morales, de la gran biblioteca de El Escorial, en su obra *Las controversias médicas y filosóficas* (1556), Libro sexto, se refiere al ejercicio físico-corporal como “un elemento fundamental para poder prolongar la vida del ser humano, junto con una buena higiene alimenticia, el cuidado corporal, y la práctica adecuada del acto sexual y el sueño” (López Piñero y Calero, 1988).

Ya a finales de siglo aparecerá editada la obra de Blas Álvarez de Miraval titulada *La conservación de la salud del cuerpo y del alma* (1597), en ella el autor especula acerca de los medios que el hombre tiene a su alcance para conservar la salud, prolongar su existencia y hacer que ésta sea más agradable y dichosa: en primer lugar, se encontrarían los medios de índole general, los que caracterizan el estilo de vida; a continuación, habría que considerar los que atañen al vivir corporal físico; y, por último, todos los referidos al vivir moral o espiritual.

Entre los medios físicos dedicados a la conservación de la salud corporal, tendríamos, en primer lugar, una cuidadosa vigilancia de las diferentes estaciones del año, sus bondades y peligros, que analiza siguiendo la lección hipocrática (Álvarez de Miraval, 1597). Otros medios importantes son: el ejercicio físico, un ordenado ritmo en el sueño y la vigilia, y ciertos cuidados en el comer y beber.

El moderado ejercicio ayuda a conservar el calor natural, y preserva de no pocos males, como opilaciones y espasmos, catarros y otras afecciones; evita la obesidad y ayuda a evacuar los humores superfluos: “siguense al cuerpo humano tres cosas de mucha importancia con el ejercicio, dureza en los miembros, aumento del calor natural, y mas velox mouimiento en los espíritus” (Álvarez de Miraval, 1597). Es sobre

todo incondicional su alabanza del juego de pelota y del ejercicio de la caza.

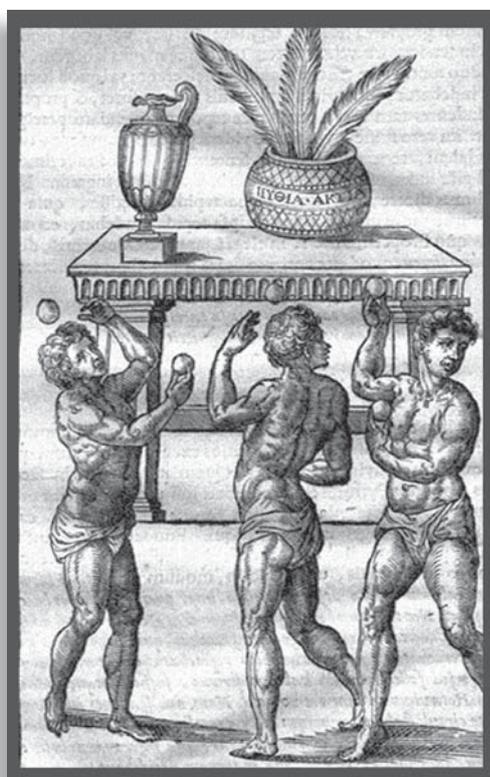
### 5.1. La gimnástica médica: restauración y posterior decadencia del galenismo

La gimnástica médica heredada de Galeno, como parte perteneciente a la higiene, tiene una doble finalidad: en primer lugar, la conservación de una buena salud corporal, si se dispone de ella; y en segundo término, la recuperación y el mantenimiento de ese buen estado de salud, si por cualquier circunstancia se ha llegado a su pérdida, suponiendo en última instancia el logro de lo que el médico pergameno denomina como bienestar corporal o euxía.

Algunos médicos humanistas que trataron ampliamente el tema del ejercicio físico, como por ejemplo Jerónimo Mercurial (Figura 2.2), rebaten la teoría de Galeno que consideraba la gimnástica como una ciencia, porque según su planteamiento “sería impropio pensar que la gimnástica, que persigue un fin que se le asigna de antemano, pueda ser una ciencia. La gimnástica es un arte voluntario que conlleva una forma de hacer, una práctica” (Mercurial, 1845). El rechazo de Mercurial a ver la gimnástica como una ciencia verdadera proviene de su heteronomía: a un arte pueden asignársele fines desde otras disciplinas, lo que, en definitiva, es rechazable en una ciencia pura. Sería comprensible, entonces, que la gimnástica pudiera dejar de ser un arte de orden exclusivamente médico y, sin perder sus atribuciones médicas, adquiriese nuevas dimensiones: la pedagógica, por ejemplo. En esta línea se define la gimnástica como “el arte que considera la oportunidad de todos los ejercicios y enseña poniendo por obra la diversidad de éstos, ya para conservar la buena salud, ya para adquirir y retener mejor disposición del cuerpo” (Mercurial, 1845).

También se puntualiza a Galeno en la consideración histórica del origen de la gimnástica. El médico pergameno pensaba que la gimnástica no existía en tiempos de Homero, situando su aparición sobre la época de Platón. Mercurial rebate este planteamiento galénico, y afirma que “los soldados griegos ya se entrenaban durante la guerra de Troya practicando ejercicios gimnásticos: la carrera, la lucha cuerpo a cuerpo, el tiro con arco y el lanzamiento de disco eran sus principales formas de entrenamiento, convirtiéndose de esta manera, en los verdaderos iniciadores del arte agonístico y gimnástico” (Jover Ruiz, 2000). Incluso, la gimnástica ya existía antes de Homero,

puesto que es una actividad connatural al propio ser humano, practicándose, eso sí, sin recibir ese nombre y sin que sus normas de aplicación fueran sistematizadas y conocidas. Será, pues, la propia naturaleza la que estimule al ser humano hacia la práctica gimnástica, residiendo en aquélla su verdadero y esencial principio. Desde el mismo momento de su nacimiento, los animales se mueven, y el ser humano también; de ahí que los seres vivos que renunciasen completamente a toda clase de movimiento, no serían capaces de sobrevivir durante mucho tiempo. El mismo Galeno, en este sentido, hace suyo un pensamiento claramente platónico, y admite que en los seres humanos existe una tendencia innata hacia la música y hacia la gimnástica, lo que les facilitará el logro de una formación integral, es decir, la unión del cuerpo y del alma.



Tomado de Mercuriales, H. *De Arte Gymnastica libri sex*, Venecia 1587

**Figura 2.2.** El juego de la pelota trigonal.

Así pues, los médicos humanistas aportarán a los planteamientos de Galeno, en relación con el origen de la gimnástica, un dato fundamental: la consideración del origen natural del ejercicio físico, admitiendo la existencia de una gimnástica previa a la gimnástica codificada. En otros ámbitos, por ejemplo el pedagógico, y adelantándose a Rousseau, se defiende la existencia de esa gimnasia natural e inclusive, dado su rechazo hacia los médicos, la antepondrán a la gim-

nasia médica (Diem, 1966). Algunos autores, como el abad Fleury, sostendrán que los preceptos de la salud y los ejercicios que él recomendaba para la infancia no se contraponían con los establecidos por la propia naturaleza. Es posible, pues, que los médicos humanistas fueran los causantes directos de la transformación del naturalismo galénico en otro naturalismo que, sin ser contrario a él, tomará una nueva dirección, tal vez más antigua, si consideramos los planteamientos naturalistas del hipocratismo de la Escuela de Cos.

Pero llegados a este punto se hace necesario precisar, tal y como plantean los humanistas, que los beneficios derivados de la práctica física no deben conducirnos a la idea de que todas las personas deben realizar este tipo de actividad de manera indiscriminada y a su aire. Los médicos de esta época cuidarán mucho este detalle en sus escritos, y siguiendo las doctrinas de su maestro, Galeno, consideran que el primer efecto del ejercicio físico es el sofoco —la falta de aliento—, seguido de un aumento significativo del calor corporal. Y esto supondrá el punto de partida, que nos llevará a reflexionar sobre la conveniencia o inconveniencia de la práctica de ejercicio físico, dependiendo de las características somáticas del individuo. Es un axioma de la gimnasia galénica la consideración de que “la práctica de ejercicio físico está en función de las características particulares de cada individuo; así, los que tienen una complexión cálida y seca deben apartarse del daño que el aumento del calor corporal, derivado de la práctica física, les produce”. En el caso de ciertas enfermedades que conllevan fiebre aguda, se hace imprescindible el reposo, y el ejercicio físico está contraindicado; lo mismo sucede para casos de excesiva delgadez, en los que se necesita moderación, puesto que la humedad que se deriva del reposo es necesaria.

En medicina se establecen estrechas relaciones entre el temperamento, la enfermedad y la forma de ejercicio físico más conveniente. El seguimiento médico de las personas que realizan cualquier tipo de práctica física debe ser muy minucioso, ajustando el tipo de ejercicio, su nivel de intensidad y su tiempo de recuperación a las características humorales propias de cada individuo: los cuerpos que son a la vez cálidos y secos, no les conviene la práctica de ningún tipo de ejercicio físico; los que son cálidos y húmedos, soportan bien el ejercicio, pero moderado, ni intenso ni rápido; los que son fríos y secos, deben ejercitarse en función de su frialdad, pero basándose en su sequedad no requieren movimientos rápidos ni vigorosos, sino solamente moderados y muy lentos en

su ejecución; los cuerpos fríos y húmedos, más que todos, están necesitados de ejercicios muy intensos y rápidos, porque de esta manera suprimen su exceso de humedad a la vez que se excitan y acrecientan su calor natural.

En la medicina humanista aparecen recogidos ya un gran número de factores que intervendrán en la práctica del ejercicio físico y que el médico deberá tener en cuenta para aconsejar convenientemente a sus pacientes: la cantidad de práctica necesaria en función de las características y el nivel físico del individuo, la intensidad más adecuada teniendo en cuenta su capacidad y predisposición al esfuerzo, el tipo/forma de ejercicio más apropiado a sus posibilidades y capacidad de ejecución —preparatorios, apotero-péuticos, o verdaderamente ejercicios—, el lugar más adecuado para realizarlos, el tiempo más conveniente para su práctica, las señales —síntomas— que nos permitirán controlar nuestra práctica y el momento preciso en que hemos de descansar o abandonar el ejercicio, etc.

En cuanto a la división —clasificación— de los ejercicios físicos, los médicos humanistas, y en particular Mercurial, puntualizan a Galeno, porque entienden que el médico pergameno realiza “una ordenación de los ejercicios físicos propiamente dichos, más que del arte gimnástico en sí”, lo que viene a significar, sin duda, que en su hostilidad hacia la gimnasia atlética, Galeno llega a negar el carácter constitutivo y oficial de la gimnástica. Prefieren, en este sentido, seguir la exposición que realiza Platón en el Libro VIII de *Las Leyes* (Mercurial, 1845), porque aunque Platón no es médico, recoge las doctrinas de Hipócrates y elabora su teoría según la idea de que cualquier forma de ejercicio físico es buena si se adapta y cumple el fin último que persigue la medicina: la salud; de manera que para él, la gimnástica está compuesta de una serie de ejercicios voluntarios que modifican durante su desarrollo la respiración, que serían: *la orquéstica*, que se subdivide en esferística o arte del juego de pelota, y en el arte de la danza; y *la paléstrica*, que concierne al resto de los ejercicios practicados en el gimnasio. Otras formas de ejercicio físico, plenamente aceptadas por la medicina y que reúnen las condiciones necesarias para poder considerarlas como tal, pero que no pertenecen a la gimnástica propiamente dicha, son: la marcha o el mantenimiento de la posición bípeda, la risa, el canto, la equitación, el transporte en carroza, la agitación corporal producida por el transporte en litera suspendida de los brazos, la navegación, la pesca, los masajes y las unciones.

Para los médicos humanistas, convencidos de que la gimnástica es una parte más de la medicina, el objetivo fundamental se centrará en intentar ampliar al máximo el dominio de los ejercicios que Galeno había considerado útiles para la conservación de la salud, llegando con sus planteamientos al logro de la plena integridad de la gimnástica griega, sin ninguna limitación en su permanente incorporación de nuevas formas de ejercicio y de juegos.

En la segunda mitad del siglo XVI se va a iniciar un deterioro progresivo del galenismo, algo en principio impensable si tenemos en cuenta que siempre fue considerado como un elemento originario del pensamiento médico. Entre las posibles causas que van a motivar este abandono de Galeno, destacará el importante cambio que se produce en las concepciones anatómicas operadas por Andrés Vesalio, que con su *De humani corporis fabrica* (1543) dará un paso definitivo para el conocimiento de la estructura del cuerpo humano en su concepción moderna, completándose su trabajo con las investigaciones fisiológicas de Miguel Servet, en su obra *Christianismi restitutio* (1553), y William Harvey con el inmortal opúsculo titulado *Excitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus* (1628), donde van a aparecer recogidos los primeros descubrimientos acerca de la circulación sanguínea menor y mayor, respectivamente.

La gimnasia galénica, como parte integrante del galenismo médico, empezará también a cuestionarse. Y será, curiosamente, una obra con título galénico, el *De sanitate tuenda* (1580), de Marsilio Cagnati, el primer ataque frontal a las teorías galénicas sobre el ejercicio físico, fundamentándose su autor en Hipócrates e ignorando prácticamente a Galeno. A imagen y semejanza de la medicina preventiva de la Escuela de Cos, que comportaba una parte dietética y otra gimnástica, la obra de Cagnati consta de dos libros: el primero trata de la continencia, mientras el segundo está dedicado a la gimnástica. La salud se define sin hacer referencia alguna a los cuatro humores tradicionales, considerándose como “el estado óptimo en la constitución natural de los cuerpos humanos”. La necesidad médica de la gimnástica se establecerá con referencia a Hipócrates y basándose en a las razones expuestas en el tratado *Sobre la dieta*: “es preciso facilitar la eliminación de los productos de desecho —excrementos—; el movimiento y el trabajo son imprescindibles para conservar la vida y la salud, para adquirir y posteriormente mantener el vigor corporal”.

No hay que sujetarse a los ejercicios físicos practicados por los griegos en otros tiempos, por lo que

Cagnati piensa que “se deben analizar los ejercicios fundamentales y también los que se adapten mejor a las necesidades de nuestro tiempo”. Será su fidelidad a Hipócrates la que le lleve a cumplir plenamente este deseo. Cagnati sigue, en efecto, a su maestro en la distinción de los ejercicios según la naturaleza y los ejercicios violentos o artificiales. Así, una buena parte de su libro estará consagrada a las investigaciones relativas a los ejercicios naturales y, entre otras, una la dedica al paseo, pues él admite, siempre siguiendo a su maestro Hipócrates, su similitud con los ejercicios naturales. Además, será el primero en introducir un análisis minucioso de los diferentes ejercicios, en función del efecto orgánico-muscular que producen en el cuerpo humano. Su libro es, en este sentido, mucho más completo y detallado que el tratado *Sobre la dieta*.

## 6. LA ACTIVIDAD FÍSICA COMO MEDIO DE SALUD EN LAS CULTURAS MODERNAS

En el siglo xvii se iniciará un amplio proceso de modernización de la higiene médica y aparecerán importantes personajes que darán un nuevo impulso al valor del ejercicio físico como medio fundamental para el mantenimiento de la salud corporal.

De obligada referencia es el tratado de higiene escrito por Duchesne (1606), en el que valora el ejercicio como “una práctica saludable que asegura al cuerpo humano contra muchos achaques y enfermedades a las cuales hacen susceptibles el reposo y la ociosidad, tornando el cuerpo ágil y fortaleciendo los nervios y las articulaciones”.

El quinto libro de medicina de S. Sanctorius (1614) recoge un amplio apartado dedicado a la combinación del ejercicio físico y del reposo como forma básica de salud, planteando que “el ejercicio moderado da al cuerpo ligereza y vigor, limpia los músculos y ligamentos de sus productos de desecho y los prepara para su evaporación a través del sudor” (Figura 2.3). Destaca la marcha como la mejor forma de ejercicio físico, además del juego de pelota, el volante, el baile y la esgrima, como prácticas de interior; y los bolos, la equitación y el paseo como actividades para el exterior.

Un destacado matemático napolitano, G. Borelli (1680), estudió la mecánica muscular y expuso sus trabajos en dos volúmenes, el segundo de ellos dedicado al análisis del movimiento, en el que se recogen

toda una serie de normas ergonómicas básicas para realizar correctamente el ejercicio físico. Este trabajo es considerado como el punto de partida de la yatrofísica o fisioterapia actual.

En el siglo xviii aparecerán un gran número de trabajos dedicados a estudiar la importancia de la actividad física como forma de salud. Entre ellos destaca F. Hoffman (1708), que en el sexto capítulo de su obra *Disertaciones físico-médicas*, valora el movimiento como la mejor medicina para el cuerpo, y distingue entre movimiento, ejercicio y trabajo (*kinesis, gymnasion y ponos*). Afirma que “nada favorece más la circulación que el movimiento de los músculos, puesto que mientras estos se contraen con una viva acción expansiva bajo el dominio de la voluntad, se produce una activa contracción de los vasos sanguíneos, especialmente de las venas, que acelera la circulación y disminuye la densidad en ciertas partes. No encontramos otra forma de tratamiento mejor que el ejercicio”. En sus visitas a los balnearios médicos, se dio cuenta de que “los ejercicios físicos que realizaban los pacientes antes de tomar las aguas, les reportaban más beneficios que las propias aguas”.



**Figura 2.3.** Sanctorius realizando un experimento (Grabado en madera de J. G. Kruegner).

Destaca también que el ejercicio físico es el mejor tratamiento para el cólico biliar, y recomienda el paseo y el montar a caballo como la terapia más ade-

cuada para superar esta dolencia. Es por ello, precisa, que “el ejercicio físico mejora la acción de muchos medicamentos, de tal manera que sin su práctica no pueden obtenerse los efectos deseados”.

Valora las actividades ocupacionales como una forma de ejercicio físico saludable, situando entre ellas “los movimientos ocupacionales de los obreros y agricultores, trabajos tales como segar trigo, cortar madera, pescar, y otras tareas agrícolas, porque la fortaleza y buena salud de la que disfrutaban los campesinos es una buena prueba de cuánto contribuyen esas ocupaciones a la prolongación de la vida y a la prevención de las enfermedades”.

Ya a finales del siglo XVIII aparecerá la obra higiénico-terapéutica más destacada de esta época (Tissot, 1781), en la que considera como esencial el conocimiento previo de la anatomía para poder prescribir cualquier tipo de ejercicio físico. Se refiere a la práctica de la esgrima como la forma ideal de ejercicio físico para el mantenimiento de la salud, porque “de todos los ejercicios gimnásticos es el más activo y proporciona el mayor número de estímulos al mecanismo del cuerpo entero y pone en acción todos los músculos de las extremidades”.

Defiende el uso de las artes, oficios y ocupaciones como método de cinesiterapia, siendo considerado como el precursor de la terapéutica ocupacional, de la terapéutica recreativa y del deporte adaptado.

Sus ideas acerca del efecto positivo de los ejercicios respiratorios fueron muy avanzadas, afirmando que “es necesario desarrollar la capacidad del tórax y para ello deben recomendarse aquellos ejercicios que contraen los músculos pectorales, y con ellos se moverán los cartílagos de las costillas de los cuales tiran cada vez que los brazos se extienden o elevan. La práctica de estos ejercicios es buena también para la corrección de las deformidades de la columna vertebral en los niños pequeños”.

En el siglo XIX se producirá un gran incremento en la literatura higiénico-médica referida al estudio del ejercicio físico como forma de salud. Uno de los más destacados tratadistas fue el médico sueco Pehr Henrik Ling, cuya obra está fundamentada en “la perfección moral y física de los ciudadanos a través del ejercicio físico”. Su gran contribución fue la sistematización que realizó del ejercicio físico: cantidad, dosificación, intensidad, tiempo de reposo, etc. La obra de Ling fue continuada por sus seguidores que se encargaron de extender sus ideas al resto de Europa y a Estados Unidos.

Otra referencia importante durante este siglo es la obra de J. Delpech (1828), destacado profesor de la afamada Escuela Médica de Montpellier. Fue un defensor incondicional de la práctica de la natación porque “cuando el cuerpo flota en posición horizontal, el peso no descansa en la columna vertebral. La densidad y temperatura del agua son más deseables que las del aire... con las brazadas se establece una ligera tracción en la columna vertebral a lo largo de su eje que favorece su fortalecimiento y elasticidad”. Sus trabajos sobre escoliosis supusieron un referente para los médicos de la época.

Ya a finales del siglo aparecerá publicado un interesante tratado de medicina natural, escrito por el médico naturista alemán F. E. Bilz (1897), en el que se recogen los tratamientos aplicados por el propio autor en su centro terapéutico-naturista de Dresde-Redeubeul.

Para el doctor Bilz, el primer efecto positivo del ejercicio físico al aire libre es la activación de la circulación sanguínea, y su recomendación es clave para “todas aquellas personas que debido a su profesión sedentaria están condenadas a permanecer muchas horas diarias sentadas o en posiciones difíciles, pues la falta de movimiento dificulta las digestiones, predispone al estreñimiento y provoca un anquilosamiento de las articulaciones y de los músculos”.

La persona que realiza una práctica moderada y continuada, equilibrada y armónica, siente sus primeros beneficios en “el sueño más profundo, tranquilo y reparador, aumento del apetito y mayor despeje del ánimo y del buen humor”.

Expone una extensa y documentada relación de principios y normas que deben tenerse en cuenta a la hora de realizar cualquier tipo de práctica física, lo que en la actualidad nosotros conocemos como principios básicos de la práctica física o del entrenamiento deportivo. Mención especial hace a la gran importancia que tiene la combinación del ejercicio físico con la hidroterapia y con la alimentación sana y equilibrada.

Para finalizar el apartado dedicado al ejercicio físico, nos presenta una extensa batería de ejercicios sin aparatos, acompañada de interesantes y expresivos gráficos sobre la ejecución práctica de cada movimiento, el número de repeticiones que se debe realizar del mismo, la progresión en cantidad, intensidad y sobrecarga aplicable a cada movimiento, en función de la capacidad y de las características físicas de la persona.

Entre los médicos españoles de este siglo es de obligada referencia la obra de Busqué y Torró (1865),

considerado como el primer profesional que utilizó el término rehabilitación en su sentido médico actual (Licht, 1965). La idea fundamental del argumento de su obra es la consideración del cuerpo humano como un conjunto de sistemas que deben funcionar integralmente dentro de un equilibrio, y el ejercicio físico actuaría favoreciendo ese equilibrio.

En defensa de los peligros que pueden derivarse de un uso violento de los ejercicios físicos, recomienda la progresión, la proporcionalidad y la moderación en su aplicación. Las diferentes edades no contraindican el ejercicio metódico, sino que modifican el tipo y la intensidad del mismo.

Recoge una referencia histórica a P. H. Ling, ya citado en nuestro trabajo, como creador de la gimnasia sueca, del que toma el concepto de contractilidad muscular como acción clave del ejercicio y del que se derivan todas sus implicaciones.

Entiende el ejercicio físico como una acción repetida y continuada de las funciones locomotoras del ser humano, que debe ser estructurada y metodizada por el arte de la gimnasia.

Otorga a la actividad física una triple dimensión: en el nivel físico, en el nivel ético-moral, y en el nivel intelectual, realizando una diferenciación en cada una de las siguientes etapas: nacimiento, infancia, adolescencia, juventud, edad adulta y vejez; y enlazándolas todas ellas con una línea pedagógica: “nuestro objetivo es reunir, aunar, completar la educación moral, física e intelectual por medio del ejercicio corporal, equilibrando la sensibilidad y la contractilidad, esas dos grandes funciones del sistema nervioso cerebral, para evitar su aislamiento o sustitución mutua” (Busqué y Torró, 1865, p. 148).

Para cumplir lo anterior exige al Gobierno la creación de un centro superior en el que se formen los especialistas en el arte de la gimnasia: “... debe ser creado un centro superior para la formación de los profesionales, donde adquieran los principios científicos del arte, el método y el orden del plan más correcto de ejercicios generales y especiales...” (Busqué y Torró, 1865, p. 152).

Otra aportación importante de esta época es la obra de Francisco Pedregal Prida, que ejerció como profesor de la Escuela Central de Profesores de Gimnasia de Madrid (1887-1892). Es autor de dos tratados sobre el ejercicio físico, *Gimnástica civil y militar* (1884) y *La educación gimnástica* (1897). Tal y como él mismo manifiesta en el prólogo de su segunda obra, el ejercicio físico, como parte perteneciente a la higiene médica, tiene como objetivo primordial el

mantenimiento de la salud del ser humano y su alejamiento de la enfermedad. Exige para ello la incorporación de la educación física a los centros escolares, porque es en las primeras edades donde se han de desarrollar los hábitos de vida saludables.

En el siglo xx se producirá una gran explosión de escritos médicos que tratan del ejercicio físico como forma de salud. Francia será el foco principal de esta profusión literaria higiénico-médica, mereciendo ser citadas las obras de Fernand Lagrange (1904), titulada *La Higiene del ejercicio físico*, y la de Pierre Seurin (1949), *Hacia una educación física metódica*, en la que se plantean las bases metodológicas de una práctica física equilibrada y armónica para la persona de cualquier edad. Es el creador del llamado movimiento de la “gimnástica voluntaria”, que llega a controlar hasta trescientas cincuenta mil licencias en el seno de la Federación Francesa de Educación Física y de la Gimnástica Voluntaria. El contenido de su trabajo se centra en la gimnasia aeróbica y el *stretching*, para obtener un equilibrado desarrollo de la salud a través de la práctica de ejercicios físicos metódicamente encadenados.

También es de obligada referencia la primera tentativa de iniciar un camino hacia la Educación Física científica que plantea George Demeny, y recogida en su obra titulada *Las Bases científicas de la Educación Física* (París, 1905).

Otro destacado personaje de la época es George Hébert, padre del método natural, cuyo fundamento, recuperado de la educación natural de J. J. Rousseau, se encuentra en el logro de un desarrollo equilibrado de las capacidades intelectuales, físicas y morales de la persona. En este logro, la actividad física en el medio natural estimula la educación de los sentidos del ser humano, clave en su relación con el medio y con sus semejantes. En 1919 funda un centro en Deauville, conocido como la Palestra, al que asistían niños, jóvenes y personas adultas, sobre todo mujeres, a realizar sus prácticas físicas. La máxima del centro era, “ser fuerte, para ser útil”, tal vez en recuerdo de la esgrimida por el antiguo poeta pagano de *mens sana in corpore sano*.

En la España de principios del siglo xx se configuró un movimiento higienista, cuyo principal objetivo fue introducir en la escuela notables mejoras que ayudaran a prevenir las enfermedades y a mejorar y controlar el desarrollo físico de las niñas y los niños.

En un Real Decreto publicado en septiembre de 1898, se disponía que “la gimnasia se cursase, debiendo ser practicada, por lo menos, una vez a la

semana, dentro o fuera de la Escuela”. El Plan de 30 de agosto de 1914 introduce la Educación Física como parte integrante del plan de estudios, obligando a que hubiese profesores en todas las Escuelas Normales, y cuyas plazas deberían cubrirse mediante oposición. No obstante, las Reales órdenes de 1916, por razones económicas, suprimieron dichas plazas, disponiendo que los profesores de Pedagogía deberían hacerse cargo de impartir las clases de Fisiología e Higiene, siendo la Educación Física parte integrante de éstas.

Serán las Reales órdenes de 29 de septiembre de 1917 y de 20 de abril de 1920 las que crean la Escuela Central de Gimnasia, con la misión de formar entre los oficiales del ejército profesores capaces de dirigir la Educación Física; y entre los suboficiales, instructores que les auxiliasen en su “delicada, penosa y trascendental misión”.

En 1943, la Delegación Nacional de Deportes organiza el I Congreso Nacional de Educación Física, que se celebra en Madrid durante los primeros días del mes de octubre. Entre los ponentes destaca la presencia de importantes intelectuales de la época, ligados al mundo de las ciencias biológico-médicas y de la educación, como es el caso de Laín Entralgo, Bonifacio Piga, Emilio Moragas, Alfonso Lafuente, Juan José López Ibor, Antonio Vallejo Nájera, Pedro Gómez Solano, etc.

En las conclusiones de dicho Congreso se establecieron algunas recomendaciones que fueron trasladadas a las autoridades políticas, entre otras, la necesidad de recuperar la figura del profesor de Gimnasia y la formación específica de esta figura en un centro especialmente dedicado a ello. Asimismo se planteó la importancia de recuperar la Educación Física como materia obligatoria en todas las Escuelas Normales, y en las Escuelas de Educación Primaria. El propio Laín Entralgo recogió en su ponencia, titulada “Servidumbre de la Educación Física”, la necesidad de valorar esta asignatura como un medio básico de formación del ser humano a través de su cuerpo, fomentando a la vez hábitos higiénicos que le ayuden a desarrollar una vida saludable.

A partir de aquí, el camino hacia una concepción integral y dinámica del concepto salud será imparable, tal y como plantea Segovia Arana (1994, pp. 125-130), “la salud no es sólo ausencia de enfermedades, ni como lo define la OMS, un estado de bienestar físico, mental y social, ya que según esto, difícilmente podría encontrarse a una persona verdaderamente sana”, y estaríamos persiguiendo una utopía, con el peligro añadido de una continua e insaciable demanda de los

cuidados sanitarios, que podrían derivar en situaciones neuróticas incontrolables. La salud consiste, además de todo lo anterior, en la toma de posesión del propio cuerpo, y sólo de disponer de bienes o medios que produzcan bienestar. Así, los que son capaces de controlar su cuerpo, de poseerlo y apropiárselo, tienen más salud que los que se conforman únicamente con el bienestar material del mismo. La salud no es un “hecho” sino “un valor”, y no tiene sentido más que en el conjunto de un determinado sistema de valores, recordemos el sentido del término *diaita* en la medicina clásica greco-romana.

En la actualidad utilizamos los términos “prevención”, “promoción de la salud” y “educación para la salud” para referirnos a la puesta en marcha de diferentes acciones sociales encaminadas a difundir entre las personas actitudes favorables al cuidado de nuestro propio cuerpo y del medio en el que nos movemos. La referencia al término “educación para la salud” abarca a toda una serie de acciones y experiencias de aprendizaje planificadas, cuyo fin es facilitar cambios voluntarios hacia comportamientos saludables.

Es por tanto evidente que la salud no es solamente una responsabilidad personal, sino también social y política, cuya resolución pasa por la intervención activa y solidaria de los poderes públicos. En nuestro país, el primer referente legal regulador del derecho de todos los ciudadanos al cuidado de su salud lo encontramos en nuestra Carta Magna de 1978, en cuyo capítulo tercero, artículo cuarenta y tres, se “reconoce el derecho a la protección de la salud, y compete a los poderes públicos organizar y tutelar la salud pública a través de medidas preventivas y de las prestaciones y servicios necesarios. La ley establecerá los derechos y deberes de todos al respecto”. Además, recoge el punto tres de dicho artículo que “los poderes públicos fomentarán la educación sanitaria, la educación física y el deporte. Asimismo facilitarán la adecuada utilización del ocio”.

En consonancia con lo anteriormente establecido, la Ley de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE), de 3 de octubre de 1990, establece a lo largo de todo su articulado, y para los diferentes niveles educativos no universitarios, desde la educación infantil hasta el bachillerato, la necesidad de desarrollar en los niños y niñas valores en relación con el conocimiento, la higiene y la salud de su propio cuerpo, así como la conservación de la naturaleza y del medio ambiente. Se debe utilizar la educación física y el deporte como medios favorecedores del desarrollo de los niños y niñas. Así pues, la educación

para la salud se constituirá, según los Reales Decretos que desarrollan el currículo de la LOGSE, en un bloque de contenidos propio del área de Educación Física, y en un “tema” o “enseñanza transversal” de todas las demás áreas que lo conforman.

Siguiendo los dictados que la propia ley establece, se plantean los rasgos característicos de la Educación para la Salud y las consideraciones actuales que nos llevan a la escuela saludable (Morón Marchena, 1995, pp. 124-129), entre los que cabe destacar: el establecimiento de un modelo de salud que incluya la interacción de aspectos físicos, mentales, sociales y medioambientales; la participación activa de los alumnos/alumnas en el desarrollo de sus propias destrezas en relación con los cuidados corporales; favorecer el reconocimiento de una autoimagen positiva como algo central para el logro de una buena salud; entender la promoción de la salud en la escuela como un contenido relevante para el bienestar personal y social; asumir el importante papel de los servicios sanitarios escolares en la prevención de enfermedades y en la transmisión de hábitos saludables.

Sirva como conclusión al presente trabajo, el hecho evidente de que en la sociedad actual existe una clara corriente favorable a la práctica de ejercicio físico con fines saludables, que además va cobrando

cada día más adeptos. Ya pocos dudan de los beneficios que una correcta educación física produce en la etapa escolar y, más aún, en la edad adulta y en la vejez. La actividad física es considerada en la actualidad como un medio altamente eficaz para prevenir las enfermedades características de nuestra sociedad o degenerativas, entre las que se encuentran todas las derivadas del creciente y excesivo sedentarismo de la población, uno de los principales factores de riesgo, junto con la deficiente alimentación, de las dolencias cardiovasculares que afectan a una parte importante de la población.

Es por ello, que las diferentes administraciones públicas responsables del fomento y desarrollo de la salud de los ciudadanos, vienen estableciendo programas de actividad física que faciliten la adhesión de las personas a una práctica continuada. No obstante, si tenemos en cuenta que el comportamiento de los seres humanos es moldeable, debe ser el propio sistema educativo el que tiene la responsabilidad de ejercer como correa transmisora de valores que faciliten la adquisición en las primeras edades de hábitos de vida saludables, actitudes positivas ante la vida y los conocimientos necesarios para el cuidado de la propia salud.

# Estilos de vida y actividad física

Concepción Tuero del Prado y Sara Márquez Rosa

## OBJETIVOS

- Analizar el concepto “estilo de vida” en el marco de la salud relacionada con la actividad física.
- Relacionar el concepto estilo de vida con otros como calidad de vida, autoconcepto y adherencia a la práctica físico-deportiva.
- Determinar los factores que obstaculizan la disminución del sedentarismo entre la población.
- Establecer pautas que activen físicamente a la población.

## 1. SALUD Y ESTILO DE VIDA EN NUESTROS DÍAS

La preocupación actual por la salud, como algo más que la ausencia de enfermedad, se halla en estos momentos en el centro de los debates acerca de prevención en materia de salud pública. Los factores determinantes de la salud están relacionados con los estilos de vida, poseen múltiples dimensiones y están vinculados a varios problemas importantes de salud. Los estilos de vida se relacionan a su vez con los principales factores de riesgo de la mayoría de los problemas de salud pública actuales, especialmente en los países occidentales. Figueiredo y Rebollo (2003) señalan que los cambios socioeconómicos y culturales, los numerosos avances tecnológicos, han supuesto un nuevo estilo de vida en la población. En este sentido, Howley y Frank (1995) determinan que los avances de la tecnología si bien han contribuido a una mejora de los niveles de vida de los sujetos, por otra parte han supuesto una serie de riesgos para la salud, puesto que esta tecnología ha incorporado nuevos conceptos de confort y bienestar, modificando el estilo de vida de los individuos, y no necesariamente mejorando su calidad de vida a largo plazo.

Se aceptan como factores determinantes de la salud la alimentación, la actividad física y hábitos nocivos como el tabaco y el alcohol. Los problemas de salud vinculados al estilo de vida pueden ser espe-

cíficos de una etapa concreta, aunque también pueden estar ligados a múltiples aspectos culturales y sociales. Es por ello que se considera necesario que las acciones de promoción de la salud vayan encaminadas al conjunto de factores determinantes de ésta ligados al estilo de vida.

Igualmente, es importante mantener una alimentación saludable, realizar actividad adecuada al sujeto, tener un trabajo satisfactorio, moverse en un ambiente saludable... La práctica de la actividad física constituye uno de los principales triunfos de un estilo de vida saludable y de una verdadera protección y promoción de la salud. Los resultados de numerosas investigaciones indican que la actividad física regular asegura a las personas de todas las edades, tanto hombres como mujeres, unos beneficios evidentes para su salud física, social y mental, así como para su bienestar general. A partir de estudios realizados con población general, la actividad física ha sido vinculada de manera reiterativa y justificada a los hábitos saludables del individuo, es decir, que la práctica de una actividad física regular y estable ayuda a mejorar tanto la salud física como la psicológica, incrementando la calidad de vida (Ministerio de Educación y Cultura, 1997). En las últimas décadas, se ha hecho hincapié en la necesidad de estudiar las actividades físicas habituales y en los correspondientes requerimientos energéticos para llevar a cabo las mismas. Por otra parte, estudios recientes han seña-

lado que realizar actividad física de forma regular puede minimizar las condiciones adversas asociadas al proceso de envejecimiento, entre ellas el deterioro de la capacidad funcional, además de producir efectos beneficiosos físicos y psicológicos. El mantenimiento de un estilo de vida activo a estas edades, evitando el sedentarismo al que nuestra sociedad somete a la tercera edad evitaría en buena medida la dependencia, la inmovilidad, el abandono de sí mismo y la depresión tan frecuente, ayudando así a salir del aislamiento en el que se encuentran inmersos.

En la actualidad se ha confirmado que la inactividad física provoca numerosos trastornos, de la misma manera que se considera al ejercicio físico como un elemento básico en la prevención de ciertas enfermedades. Esta realidad se constata sobre todo en los países desarrollados, en los que el sedentarismo se ha adueñado del tiempo libre, de los momentos de ocio de sus ciudadanos. El sedentarismo se ha ido transformando en una auténtica epidemia en los países desarrollados y, sin embargo, está bien demostrado que la actividad física reduce el riesgo de padecer afecciones cardíacas, diabetes y algunos tipos de cáncer, permite controlar mejor el peso y la salud de huesos y músculos y presenta indudables beneficios psicológicos. Por todo ello es necesario un estilo de vida activo, más saludable, que incluya actividades físicas diarias y que las autoridades, desde un ámbito supranacional al puramente local, fomenten dicho tipo de actividades y conciencien a la población de los indudables beneficios que comporta el que la gente sea más activa.

La Psicología de la Salud, como otras disciplinas, puede contribuir de forma definitiva al cambio de estilos de vida sedentarios por otros más activos, eliminando los principales factores de riesgo para la salud. La Psicología de la Salud es el estudio del cerebro y la conducta de aquellos sujetos que realizan actividad física o deporte. Su principal objetivo ha sido el estudio de los antecedentes psicobiológicos (modelo biopsicosocial), conductuales y sociocognitivos (es decir, defiende que toda expresión de salud y/o enfermedad es una consecuencia de interacción de factores biológicos, psicológicos y sociales), aunque estudia más particularmente los factores psicológicos, es decir, las consecuencias de la práctica del ejercicio. Por tanto, un análisis de los cambios que se producen en variables psicológicas tales como estados de ánimo, emociones, la ansiedad a corto plazo, así como la evaluación de las consecuencias de una práctica de ejercicio prolongado.

El nacimiento de la Psicología de la Salud habría que situarlo en un contexto, donde a pesar de los espectaculares avances que se han vivido dentro del campo de la Medicina y la Farmacoterapia, se ha puesto de relieve que la salud y el tratamiento de la enfermedad no son sólo cuestión de una tecnología que ponga a punto todos y cada uno de los sistemas biológicos. De hecho se reconoce que esto no es suficiente. La salud depende de las condiciones biológicas y socioambientales del sujeto, pero también de su comportamiento. Estudiaría el comportamiento tanto de la persona sana como de la enferma, controlando las conductas que son factores de riesgo. En este sentido, las prácticas individuales y culturales que se adoptan para potenciar ese estado de bienestar físico y psíquico que es la salud están íntimamente relacionadas con el modo de entenderla y explicarla.

A finales de los sesenta del siglo pasado se consideraba a la Psicología como una profesión sanitaria, al reconocerse que la conducta del ser humano puede ser crucial tanto en el mantenimiento de la salud como en el origen y evolución de la enfermedad.

La Psicología del Ejercicio nace como una nueva área de estudio en los años ochenta, cuando se produce una apertura de los intereses científicos de la Psicología de la Actividad Física y el Deporte (hasta este momento se centraba únicamente en el rendimiento) hacia la relación entre la participación de la población en actividades físicas y su salud y bienestar.

Un hecho que marcó un hito histórico en este sentido fue que en 1988 una de las revistas más influyentes y representativas del área, *Journal of Sport and Exercise Psychology*, añade el término *exercise* a su denominación, admitiendo trabajos relacionados no sólo con el rendimiento, sino también con la salud. Un año más tarde, en 1989, se funda la revista de Psicología de la Salud: *Journal of Health Psychology*.

Tanto la Psicología de la Salud como la Psicología de la Actividad Física y el Deporte se ocupan de temas relacionados con la actividad física, la conducta de ejercicio y el estado de forma, aunque la Psicología del Ejercicio Físico toma estos procesos como variables dependientes y la Psicología de la salud como variables independientes. Por esta razón, si se está interesado en conocer los efectos del ejercicio sobre la salud, el enfoque se corresponderá con el de la Psicología de la Salud, mientras que si se considera el propio ejercicio como variable dependiente, el estudio se ubicará dentro de la Psicología del Ejercicio.

En otras palabras, en Psicología de la Salud todo gira en torno a cuestiones como: efectos que tiene el

deporte sobre la salud física, mental y social, la prevención de enfermedades, tratamiento de problemas de salud..., y en la Psicología del Ejercicio hacia otras como: factores que afectan a la conducta de ejercicio, tipos de ejercicio, consecuencias del ejercicio. La Psicología de la Salud iría encaminada al conocimiento de cómo los principios de la conducta se relacionan con la salud y la enfermedad, mientras que la Psicología del Ejercicio busca conocer y modificar los factores que determinan la práctica de ejercicio.

En los últimos años, numerosos estudios epidemiológicos y experimentales han confirmado que la inactividad es causa de enfermedad y que existe una relación dosis/respuesta entre actividad física y/o forma física y mortalidad global. Las personas que mantienen unos niveles razonables de actividad, especialmente en la edad adulta y en la vejez, tienen una menor probabilidad de padecer enfermedades crónicas o una muerte prematura. Por otra parte hay que considerar los costes económicos en términos de enfermedad, ausencia del trabajo o sistemas de salud. Se calcula que los costes médicos de las personas activas son un treinta por ciento inferiores a los que ocasionan aquellas inactivas. Podemos afirmar que la actividad física contribuye a la prolongación de la vida y a mejorar su calidad por medio de beneficios fisiológicos, psicológicos y sociales.

## 2. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL CONCEPTO DE ESTILO DE VIDA

Desde tiempos remotos podemos encontrar referencias constantes a la importancia que tiene la actividad física en el mantenimiento del estado de salud de los individuos. Los tratados higiénico-médicos más antiguos de los que se tiene constancia son los conocidos como tratados hipocráticos (siglo IV y V a.C), y ya aluden a la *diáita* que un hombre debía adquirir, es decir, al régimen de vida adecuado desde el punto de vista de la salud, que abarcaba un conjunto de elementos tales como la alimentación, la actividad profesional, los hábitos de vida social y los ejercicios, incluyéndose no sólo la gimnasia, sino también el paseo, el descanso y el baño (Laín Entralgo, 1987). Quizás podemos pensar que esta *diáita* de la época helena se correspondería con el concepto de estilo de vida activo de nuestros días.

Originariamente, el concepto de estilo de vida surge a finales del siglo XIX. Después, en el siglo XX, el estudio de los estilos de vida se realiza desde

una perspectiva sociológica, poniendo el énfasis en aquellos factores sociales que determinaban que se adoptara un estilo de vida u otro como, por ejemplo, las condiciones socioeconómicas de los individuos. Autores como Veblen en 1899, consideraban que el estilo de vida individual está influido por las motivaciones individuales necesarias para conseguir un estatus social. Posteriormente, en 1922, Weber afirmaría que los estilos de vida predominantes en una sociedad permiten la estratificación social de los grupos, como medio de diferenciación social para mantener cierto estatus social. La aplicación del término estilo de vida a la Psicología de la Personalidad fue introducido por Wilken (1927) primero y por Adler (1973) después, con su teoría de la Psicología Individual. Para este último autor, el estilo de vida es un patrón único de conductas y hábitos con los que el individuo busca alcanzar un estado de superioridad. Así, el estilo de vida sería único para cada individuo y se desarrollaría en la infancia a partir de las influencias de las aptitudes innatas, del ambiente y de la educación. Hasta mediados del siglo XX van a coexistir dos ideas diferentes de estilos de vida, una centrada en los condicionantes socioeconómicos y la otra centrada en el individuo y en los factores individuales de experiencia personal que determinan la conducta.

Otro dato sobre el impulso que adquiere el estudio y la investigación de los estilos de vida es recogido por Castillo (1995), quien resalta que “el interés por los estilos de vida surge en los años cincuenta desde el ámbito de la salud pública cuando las enfermedades crónicas empiezan a constituirse como el problema central del sistema sanitario”. Sin embargo, será en la década de los años ochenta, en el último cuarto del siglo XX, cuando se incrementa “vertiginosamente la preocupación por estudiar las posibles relaciones entre estilos de vida y salud, interés que tiene su origen en el acelerado incremento de pacientes con enfermedades crónicas derivadas, en gran medida, por estilos de vida poco saludables...” (Gutiérrez Sanmartín, 2000). En este mismo sentido, proseguirían Rodríguez *et al.* (1996), quienes destacarían que en la Declaración de Expertos en Salud Cardiovascular de Victoria (Canadá), en 1992, se abogaba por la prevención de las enfermedades calificadas como “modernas” y la promoción de la salud a través del establecimiento de estilos de vida más activos, aludiendo a estudios epidemiológicos que confirmaban que el sedentarismo y la escasez o nula actividad física son considerados como factores de riesgo de las enfermedades de mayor índice de morbilidad y mortalidad de

los países desarrollados (Hein *et al.*, 1992; Bouchard *et al.*, 1994).

De esta manera, el interés por el estudio de los estilos de vida se constituirá en un tema prioritario e interdisciplinar. Tanto la Antropología como la Sociología, la Psicología y el área de salud (Coreil *et al.*, 1992) se van a interesar en el refinamiento operacional del concepto sobre todo, empezándose a utilizar el término estilo de vida en el contexto de las investigaciones sobre salud pública desde una postura médico-epidemiológica, interesándose en analizar los problemas de salud generados por los estilos de vida insanos que se habían extendido en las sociedades occidentales industrializadas (Wold, 1989), tal y como ya ha sido mencionado.

El panorama cambia cuando en 1981 el Comité Europeo de la Organización Mundial para la Salud propuso un cambio de modelo médico que enfatizaba en mucho en la importancia de los problemas biológicos por otros de carácter más psicosociales.

Aunque el interés por el estudio de los estilos de vida saludables ha tenido su punto más álgido en la década de los ochenta del siglo pasado, una vez más confirmamos que no constituye un ámbito de estudio reciente, ya que desde hace mucho tiempo se ha abordado de manera interdisciplinar, tal y como ya se ha mencionado, por disciplinas como la Sociología, la Medicina y la Psicología de la Salud, entre otras. En general, según todas ellas, el estilo de vida se debe concebir como “la forma de vida de las personas o de los grupos”.

### **3. ¿QUÉ SE ENTIENDE POR ESTILO DE VIDA EN EL MARCO DE LA ACTIVIDAD FÍSICA?: SU VINCULACIÓN CON EL CONCEPTO CALIDAD DE VIDA**

La mejora cualitativa y cuantitativa de la salud humana se ha centrado, en las últimas décadas, más en la modificación de la conducta y otras variables socioculturales que en la lucha contra la naturaleza (Polaino, 1987). De esta perspectiva surgen las aco-taciones del concepto estilo de vida, que Henderson *et al.* (1980) definieron como “el conjunto de pautas y hábitos comportamentales cotidianos de una persona”, vinculados a los hábitos de salud, incluyendo tanto aquellos comportamientos que implican un riesgo como aquellos que son promotores de la salud.

Mendoza (1990) matiza dicha definición al considerar estilo de vida como “el conjunto de patrones de conducta que caracterizan la manera general de vivir de un individuo o grupo”.

Por tanto, el estilo de vida es de naturaleza conductual y observable, y viene determinado por las actitudes, los valores y las motivaciones de los individuos (Pastor *et al.*, 1998). Se pueden considerar como un conjunto de patrones conductuales o hábitos que guardan una estrecha relación con la salud, entendiéndose por patrones conductuales formas recurrentes de comportamiento que se ejecutan de forma estructurada y que se pueden entender como hábito cuando constituyen el modo habitual de responder a diferentes situaciones (Rodríguez Marín, 1995).

Por su parte, la OMS define el estilo de vida como una forma general de vida, basada en la interacción entre las condiciones de vida en un sentido amplio y los patrones individuales de conducta determinados tanto por los factores psicosociales como por las características personales (WHO, 1986), considerándolo como sinónimo de las conductas relacionadas con la salud.

El estilo de vida de una persona está compuesto por sus reacciones habituales y por las pautas de conducta que ha desarrollado durante sus procesos de socialización. Estas pautas se aprenden en la relación con los padres, compañeros, amigos y hermanos, o por la influencia de la escuela, los medios de comunicación, etc. Dichas pautas de comportamiento son interpretadas y puestas a prueba continuamente en las diversas situaciones sociales y, por tanto, no son fijas, sino que están sujetas a modificaciones. Se considera una conducta aprendida que se forma en las primeras etapas de desarrollo de un individuo a lo largo del proceso de socialización del individuo y una vez adquirida es muy difícil de modificar (Shina, 1993).

También pueden entenderse por estilos de vida saludables aquellos patrones conductuales que benefician la salud del individuo, que son aprendidos y que surgen de una elección individual interna consciente e inconsciente a la vez (Pastor y Balaguer citados por Gutiérrez Sanmartín, 2000). Así, la actividad física es entendida como un estilo de vida saludable, en opinión de Tercedor (1998). En este sentido, se cuestiona el concepto de “estilo de vida saludable”. Delgado y Latiesa (2003) matizan que “un estilo de vida considerado en su globalidad como saludable puede contener elementos que no favorezcan la salud; y además hay que considerar que existen múltiples estilos de vida saludables”.

En opinión de Mendoza *et al.* (1994), no puede hablarse de un único estilo de vida puesto que dependería de la definición de salud que se adopte; prosiguen estos autores aclarando que “el estilo ideal de vida saludable no existe, afortunadamente, porque implicaría que sólo una cierta manera de afrontar diariamente la realidad en la que se vive es saludable... cualquier estilo de vida calificado globalmente como saludable puede contener elementos no saludables, o saludables en un sentido pero no en otro”. Por todo ello, cabe pensar que quizás a lo que se debería hacer referencia es a hábitos saludables de vida (Sánchez Bañuelos, 1996).

Piéron (2003) confirma que el concepto de estilo de vida saludable se ha incrementado en importancia durante la última década. Ante el creciente número de datos e investigaciones se ha puesto de manifiesto que a pesar de los efectos saludables de la práctica de actividad física, es imprescindible conocer las razones o los factores que determinan que los individuos mantengan estilos de vida activos (Dishman, 1991), razón por la que una gran parte de los estudios realizados se han dedicado a explorar las distintas variables (psicológicas, psicosociales y sociodemográficas) que parecen distinguir a los individuos que siguen programas de ejercicio de aquellos otros que mantienen un estilo de vida sedentario. Desde este enfoque es importante el estudio de las motivaciones y las expectativas en el amplio sector comercial en el que se han transformado las actividades físico-deportivas, las equipaciones e instalaciones deportivas, la oferta de programas... Las motivaciones son los elementos básicos que dan sentido a la experiencia deportiva, son fundamentales porque canalizan y dirigen el impulso que lleva al sujeto a desarrollar dicha experiencia incitándolos a la acción. Al mismo tiempo, conocer tanto motivaciones como expectativas de nuestros sujetos nos va a permitir la comprensión de las conductas de los usuarios y sus expectativas de ese amplio sector que mencionábamos. Así se relacionan elementos vinculados a la práctica físico-deportiva en un trabajo de

Gutiérrez Sanmartín (2000), quien indica que ya han sido desarrolladas investigaciones sobre estilos de vida saludables referentes a la disponibilidad de instalaciones deportivas, la opinión sobre las clases de educación física en los centros escolares, la autovvaloración deportiva, el asociacionismo deportivo, los motivos por los que se realizan estas prácticas físico-deportivas, con quién se realizan estas prácticas...

En cuanto a la vinculación del concepto de estilo de vida y la salud, Generelo (1998) ha observado la evolución de ésta última conceptualmente, afirmando que se ha abandonado la perspectiva negativa hacia otra positiva (Tabla 3.1).

Se puede afirmar que esta evolución positiva del término salud ha influido favorablemente en el concepto de estilo de vida, hasta tal punto que Generelo (1998) confirma rotundamente que un “estilo de vida no es la negación de un hábito o la evitación de una conducta mediante represión... “un estilo de vida se estructura a partir de un conjunto de conductas que generan en el sujeto un interés, un atractivo intrínseco, preferentemente, que favorecen que éstas permanezcan como alternativa a otros patrones o estilos de vida que consideramos no saludables”.

En este mismo sentido, y partiendo de esta evolución sufrida por el concepto de salud, Devís y Peiró (2001) consideran que la actividad física debe ampliar sus relaciones con aquélla “más allá de su carácter biológico porque incorpora, también, el carácter experiencial y el social”. Consideran estos autores que la actividad física se transforma en un elemento saludable cuando tiene una gran repercusión en todas las personas al margen de su capacidad física, forma corporal, nivel de habilidad, estado de salud, nivel de enfermedad y discapacidad. De esta forma, la actividad física saludable puede llegar a todos los estamentos sociales, a todas las personas.

La preocupación por mejorar las condiciones de vida en los individuos data, tal y como referíamos anteriormente, desde las civilizaciones antiguas. Sin embargo, ha sido el periodo de expansión económica

**Tabla 3.1.** Polaridad del concepto de salud (Generelo, 1998).

Concepto renovado	Concepto tradicional
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Positivo.</li> <li>• Dinámico (se construye continuamente).</li> <li>• Perspectiva integral (más general).</li> <li>• Competencia multiprofesional.</li> <li>• El sujeto participa activamente de la construcción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Negativo.</li> <li>• Puntual (presencia o no de enfermedad).</li> <li>• Perspectiva parcial.</li> <li>• Competencia del sector sanitario.</li> <li>• El sujeto es pasivo “paciente” de la enfermedad.</li> </ul>

de las sociedades industriales durante la década de los años sesenta hasta la crisis del petróleo de 1973 el que ha propiciado acuñar el término calidad de vida en el marco del denominado *estado del bienestar*. En opinión de Martínez del Castillo (1998) este término mantiene una diversidad polisémica por la vinculación que mantiene con otros términos como salud, bienestar, estilos de vida, condiciones de vida, nivel de vida, grado de satisfacción de necesidades, grado de desarrollo socioeconómico... En general, a este concepto se le atribuyen connotaciones positivas, mejora de ingresos económicos, incremento del tiempo libre, ausencia de enfermedades..., por tanto, bienestar. Setién (1993) define calidad de vida como “el grado en que se satisfacen las necesidades humanas. En los ámbitos geográficos y en las áreas concretas donde las necesidades queden más satisfechas, la calidad de vida será mejor”.

Desde hace más de dos décadas la actividad físico-deportiva es considerada como *uno de los atributos actuales de la calidad de vida* (Cagigal, 1981; Buñuel; 1992; Ottesen, 1995; Velázquez, 1996; Martínez del Castillo, 1998). Esto se fundamenta en los cambios sociales más recientes, destacando que la calidad de vida en sociedades complejas y avanzadas supone “vivir en un hábitat más humano, disponer de tiempo para el cultivo de intereses personales, tener la posibilidad de viajar y tener unas vacaciones tranquilas, gozar de un medio natural salvaje o semisalvaje, y tener asegurado el acceso a la práctica deportiva” (Lagardera, 1995). Por tanto, los conceptos de estilo de vida y de calidad de vida están estrechamente vinculados, puesto que la calidad de vida está determinada por el estilo de vida que se desee adoptar, bien de forma individual, bien de forma grupal (Gutiérrez Sanmartín, 2000).

Es evidente que actitudes, valores y normas sociales condicionan el estilo de vida (Aron *et al.*, 1986),

sin embargo los factores determinantes de éste se agrupan en cuatro factores que interactúan entre sí (Tabla 3.2).

Estos factores que determinan el estilo de vida de los sujetos, adquieren una gran significación porque se puede entender que de ellos derivarán las denominadas barreras u obstáculos para la práctica física deportiva, aspecto éste que abordaremos más adelante. Así, la inactividad física de la población puede estar limitada por estos factores, en este caso tendríamos que considerar que perfilarían los estilos de vida no saludables.

En definitiva, parece necesario que la población debe abogar por concienciarse y adquirir hábitos positivos *en su forma cotidiana de vivir*, en su estilo de vida, y elimine aquellos hábitos nocivos para su salud, si bien se ha de reconocer que “la adquisición de hábitos tiene una gran influencia contextual y sociocultural, que se va cambiando con el devenir de los años” (Casimiro, 2002).

Son muchos los especialistas que reconocen la existencia de múltiples estilos de vida saludables, aunque el más propicio parece ser aquél que añade años a la vida (cantidad) y vida a los años (calidad), reduciendo la manifestación de enfermedades e incapacidades (D’Amours, 1988; Mendoza *et al.*, 1994; Casimiro, 2002).

## 4. OBSTÁCULOS PARA LA PRÁCTICA DE ACTIVIDAD FÍSICA

Ya hemos señalado la influencia contextual y sociocultural en la adquisición de hábitos a lo largo de la vida, que determinarán los estilos de vida adoptados por los sujetos. Perusse *et al.* (1989) exponían que sólo el 20% aproximadamente de la variación de

**Tabla 3.2.** Factores determinantes de los estilos de vida (Pastor, 1995; Mendoza *et al.*, 1994).

Factores determinantes del estilo de vida	Rasgos
Características individuales.	Pueden ser genéticas o adquiridas: personalidad, interés, educación recibida.
Características del entorno microsocioal.	Vivienda, familia, amigos, vecinos, ambiente laboral o estudiantil, grupos de adscripción voluntaria.
Factores microsocioales.	Sistema social, cultura imperante en la sociedad, influencia de los grupos económicos y otros grupos de presión, medios de comunicación, instituciones oficiales.
Medio físico-geográfico.	Condiciones de vida.

la actividad física de los sujetos era explicable por su herencia genética, por tanto es necesario comprender las influencias del entorno físico y social en las alteraciones y cambios para pretender un incremento de la actividad física.

El conocimiento, las actitudes, y la conducta y las habilidades sociales están asociadas con la adopción y el mantenimiento de niveles de práctica física regular. En este sentido, también la promoción de la actividad física es una de las claves para la participación en los programas de actividad física. Uno de los inconvenientes más habituales para establecer como hábito cualquier actividad física en el estilo de vida de los sujetos es el abandono de los programas de ejercicio físico, la ausencia de continuidad y práctica regular. Este aspecto está relacionado con el concepto de adherencia al ejercicio físico, o práctica continuada sin periodos de abandono. El concepto de adherencia al ejercicio físico ha sido utilizado por distintos autores (Dishman, 1994; Borms, 1995; Serra, 1996), y se enmarca en un campo de investigación desarrollado por la psicología social (en función de la actitud hacia el ejercicio y la intencionalidad de su práctica, la percepción por parte del propio individuo y su capacidad de autocontrol...), destacando las investigaciones de Godin (1994), Dishman (1994), Marcus y Simkin (1994), Dzewaltowski (1994), Fishbein y Ajzen (1975), Godin *et al.* (1986), sobre los procesos cognitivos que intervienen en diferentes aspectos de la práctica física.

Por tanto, se manifiesta que las características de los individuos, su entorno y comportamiento son las causas potenciales u obstáculos para la participación en estos programas de actividad física (Dishman *et al.*, 2004) (Figura 3.1).



Figura 3.1. Determinantes del ejercicio físico (Dishman *et al.*, 2004).

Godin *et al.* (1994) reconocen que los obstáculos o barreras para la actividad física difieren entre los niños y los jóvenes, sujetos de mediana edad o adultos mayores, y entre las mujeres y los hombres. Un claro ejemplo en este sentido sería el embarazo y los bebés, que pueden presentarse como obstáculos para la práctica física de las madres, aunque se puede reconocer que existen programas específicos de actividad física para este grupo de población; obviamente no todas las embarazadas son partícipes de estos programas, bien por inconvenientes del entorno físico, bien por otro tipo de obstáculos.

Tal y como ya hemos reconocido, se mantienen unos elevados niveles de prevalencia del sedentarismo en los países desarrollados a pesar del intento de promover la práctica física. Dishman *et al.* (2004) sugieren analizar los obstáculos o barreras para la práctica físico-deportiva con el objetivo de reflexionar sobre la optimización de las estrategias de intervención en el futuro.

La estructura de los obstáculos o barreras que determinan y condicionan la práctica regular de la actividad físico-deportiva se observan en la Figura 3.2.

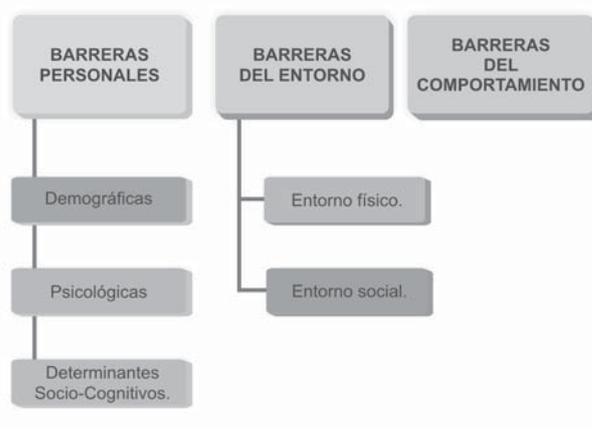


Figura 3.2. Estructura de los obstáculos o barreras que condicionan la práctica regular de la actividad físico-deportiva (Dishman *et al.*, 2004).

En relación a las calificadas como “barreras personales” podemos reconocer que factores como el género, la edad, la pertenencia a grupos minoritarios, pueden determinar la participación de los sujetos en la realización de actividad física de forma regular. Sin embargo pueden ser estructuradas en factores demográficos, factores socio-cognitivos, además de los determinantes psicológicos.

En cuanto a las barreras demográficas, incluyen aspectos como el trabajo, la etnia, el tabaquismo, la

educación, los ingresos o estatus socioeconómico, la edad y la obesidad. Estos atributos pueden determinar la adquisición de unos hábitos que refuercen el sedentarismo entre la población. Ya habíamos mencionado que en la actualidad, y refiriéndonos a sociedades postindustriales, en las que la tecnología ya está asentada no sólo en el ámbito laboral, sino también en el doméstico, podemos encontrar escasas ocupaciones con exigencias físicas elevadas. El estatus socioeconómico está determinado por los años de educación formal y por los ingresos de los adultos, ambos aspectos asociados positivamente con la actividad física en los adultos (Sallis *et al.*, 1986, 1992) y en los niños (Sallis *et al.*, 2000). Para los niños y adolescentes cuyos padres mantienen un elevado nivel socioeconómico es más fácil su acceso a programas deportivos, no sólo en el marco escolar, sino también fuera de éste. La asociación entre el nivel de actividad física de los padres y el nivel de actividad de los hijos es variado (Dishman *et al.*, 2004). En un estudio de Aznar (2002), también se reconoce que las personas más cercanas a niños y adolescentes son los que más influencias ejercen en el ámbito de la actividad física, y que “los factores de ayuda de los padres con el dinero, el desplazamiento, apoyo de los amigos tienen un componente genérico, ya que son más importantes para los chicos mientras que para las chicas son más importantes las expectativas de los padres sobre la actividad física de la hija”. Este estudio y otros publicados en nuestro país (García Ferrando, 1991) indican que las chicas observan como influencias negativas la existencia de barreras u obstáculos para hacer ejercicio (falta de tiempo, desinterés por el ejercicio), mientras que los jóvenes varones no efectúan esta observación.

Respecto a la edad, los niveles de participación en actividad físico-deportiva decrecen a medida que aumenta la edad, sin embargo la edad tiene menor impacto en actividad de intensidad moderada (US Department of Health and Human Services, 2000) (Tabla 3.3). En España, una de las últimas encuestas de salud representativa de ámbito nacional, refleja que menos de un 30% de niños y niñas eran activos durante su tiempo libre varias veces por semana, matizando que por géneros el porcentaje de niños activos es más elevado que el de niñas (Lasheras *et al.*, 2001). Otros estudios realizados con población española se mencionarán más adelante en el apartado relativo a la continuidad de los hábitos de actividad física. En opinión de Nuviala y Álvarez (2004) “la oferta de actividades puede ser uno de los factores responsables del aban-

dono prematuro, y consideran que es preciso diversificar y mejorar la oferta, no solamente en actividades competitivas, sino de otro tipo, teniendo como grupo prioritario de actuación a las niñas”.

**Tabla 3.3.** Factores personales que influyen en la práctica de actividad física (Dishman *et al.*, 2004).

Factor	Influencia
<b>Demográficos</b>	
Incremento de la edad.	Negativo
Ocupación laboral manual.	Negativo
Elevado nivel de educación.	Positivo
Género (masculino).	Positivo
Riesgo elevado de enfermedades cardíacas.	Negativo
Estatus socioeconómico elevado.	Positivo
Historial de lesiones.	Indefinido
Sobrepeso/obesidad.	Negativo
Raza (no blanca).	Negativo
Embarazo y bebés.	Negativo
<b>Variables cognitivas</b>	
Actitudes positivas.	Positivo
Barreras percibidas para el ejercicio.	Negativo
Autoeficacia.	Positivo
Ejercicio por placer.	Positivo
Beneficios esperados.	Positivo
Valoración de resultados esperados.	Positivo
Auto-instrucción.	Positivo
Intención para el ejercicio.	Positivo
Conocimiento de la relación salud-ejercicio.	Neutral

Según Dishman *et al.*, (2004), otro de los factores personales que pueden condicionar la participación de los sujetos en actividades físico-deportivas es la obesidad. Una persona con sobrepeso u obesa puede ser que descienda la seguridad en sí misma en torno al éxito en la realización de ejercicio.

Las barreras psicológicas también son importantes porque explicarían por qué algunas personas son activas a pesar de que sus circunstancias predicen que podrían ser sedentarios, y a la inversa, aquellos que son sedentarios a pesar de sus recursos y oportunidades para la práctica física, o ancianos que son

activos a pesar de su edad, jóvenes que han abandonado la escuela y siguen practicando actividad física tras el fracaso escolar, e, incluso, fumadores que realizan ejercicio.

Los factores socio-cognitivos son variables psicológicas transmitidas por los individuos desde la sociedad a partir del aprendizaje. Las actitudes hacia el ejercicio y, en menor medida, las normas sociales en torno a la influencia del ejercicio, solamente son intenciones efímeras, influenciadas por prioridades variables y factores de la personalidad tales como la fuerza de voluntad o la automotivación. La intención hacia el ejercicio también puede estar influenciada por el control personal percibido en torno a la práctica física (especialmente la autoeficacia).

Tal y como se indicaba en la Figura 3.2, las barreras u obstáculos del entorno están divididas en barreras físicas y barreras sociales, si bien estos dos tipos de barreras interactúan. En cuanto a las barreras físicas del entorno, podemos destacar que el clima y la estación o época del año intervienen en los niveles de actividad física. Así, en un estudio de Tuero (1998) sobre los niveles de práctica de actividad física de la población, se recogía que en el transcurso del año la práctica físico-deportiva está condicionada por la estación climática (incrementándose la práctica generalmente en verano) o por las “temporadas específicas de práctica”, como sucede en el caso de actividades como la pesca y la caza. Distintos estudios de García Ferrando (1998, 2001) coinciden al señalar que la práctica física se eleva ligeramente en verano respecto a todas las épocas del año.

En este tipo de barreras se incluye el acceso a las instalaciones y equipamientos deportivos, baste como ejemplo que desde la estrategia NAOS (2005) del Ministerio de Sanidad y Consumo español para invertir la tendencia de la obesidad entre la población se considera “importante facilitar que todas las personas tengan acceso a espacios libres y zonas deportivas cerca de sus lugares de residencia”. De este modo, el urbanismo como una influencia destacada para la lucha contra la obesidad, y por tanto, contra la inactividad física.

El coste económico de los programas y el material para el ejercicio ponen de manifiesto que no existe relación con el conjunto de actividad física. Sin embargo se puede reconocer que el acceso puede estar condicionado en términos geográficos, económicos y de seguridad (Tabla 3.4). La falta de tiempo es otro de los argumentos más utilizados por los sedentarios para justificar su inactividad física.

**Tabla 3.4.** Influencia de los factores del entorno físico en la práctica de actividad física (Dishman *et al.*, 2004).

Factor	Influencia
Clima/estación.	Negativa
Ausencia de tiempo.	Negativa
Fácil acceso a las instalaciones.	Positiva
Material.	Desconocido

En cuanto a los factores del entorno social (Tabla 3.5), es necesario manifestar que las relaciones e interacciones con otros individuos pueden tener un fuerte impacto en el comportamiento (Dishman *et al.*, 2004), pueden crear o resolver las barreras para la práctica física, los familiares y amigos pueden ayudar o entorpecer los esfuerzos para una práctica activa en el área de la actividad física. Son varios los sencillos aspectos que pueden fomentar la participación en una actividad físico-deportiva, como es la presencia de un compañero o compañera de práctica. Familiares y amigos pueden sabotear los esfuerzos con excesiva persistencia o distrayendo al individuo de sus metas personales, o tentándole con atractivas actividades “sedentarias”, pero también pueden influir en otros comportamientos menos directamente ya que una persona aprende actitudes y hábitos observando y escuchando a otras personas. Hay otros factores que tienen una relevancia determinada, como son el tamaño de la clase o del grupo de clase, la participación activa del cónyuge, el rol del instructor o entrenador. Si bien el tamaño de la clase o del grupo de clase parece no tener relevancia, en un estudio de Wallace *et al.* (1995) se ha comprobado que aquellos sujetos que acudían al centro o instalación deportiva acompañados de sus esposas demostraban una mayor adherencia al ejercicio que aquellos que acudían sin ellas. Las interacciones sociales parecen adquirir más relevancia en las mujeres que en los hombres, así Dun-

**Tabla 3.5.** Influencia de los factores sociales en la práctica de actividad física (adaptado de Dishman *et al.*, 2004).

Factor	Influencia
Tamaño de la clase.	Desconocido
Buena cohesión del grupo.	Desconocido
Influencia médica.	Positivo
Influencias del pasado familiar.	Positivo
Apoyo social (amigos).	Positivo
Apoyo social (cónyuge/familia).	Positivo
Apoyo social (entrenador/ instructor).	Apoyo social (entrenador / instructor)

can *et al.* (1993) reflejaron en un estudio que cuando las mujeres participaban en programas de actividad física organizados, con orientaciones e información sobre el valor de dichos programas, se optimizaba la adherencia al ejercicio, sin embargo esto no se manifestaba en el caso de los hombres.

En el marco de las barreras del comportamiento, se pueden plantear los hábitos del pasado como un obstáculo para la práctica física en etapas posteriores (Sallis *et al.*, 1990; Godin, 1994; Dishman *et al.*, 2004). Así, los sujetos que no escogen ser físicamente activos en su tiempo de ocio, tienden a ser muy sedentarios en sus alternativas de ocio (ver televisión y películas, navegar en Internet, leer...), pero además ingieren calorías extra mientras realizan estas actividades. En opinión de Dishman *et al.* (2004), el mejor pronóstico para saber si alguien será en el futuro físicamente activo es si en el pasado durante su tiempo libre realizaba actividad física. Aunque en este sentido podemos encontrar ciertas contradicciones en estudios que han analizado si la práctica deportiva en edad escolar ha mantenido este hábito posteriormente, ya que Dishman (1988) en un estudio con varones ha reflejado que los atletas escolares no eran más activos que los no atletas en edades posteriores. Frente a este dato, se debe recoger el estudio de Frisch *et al.* (1985) con mujeres, reseñando que aquellas que había sido deportistas en edad escolar se mantenían físicamente más activas que las que no lo habían sido. Casimiro (2002) alude a numerosos trabajos que confirman que “la predicción de modelos del estilo de vida adulto pudiera hacerse a través de la participación deportiva durante la niñez y adolescencia”, la razón por la cual se supone que esta predicción se fundamenta en la obtención de habilidades en la infancia que estimularán el interés y la participación en etapas posteriores. Sobre este tema, ya en 1999, Piéron *et al.* se preguntaban si se podría predecir el comportamiento en el futuro de un estilo de vida saludable a partir de datos recogidos durante la niñez y la adolescencia, su respuesta aboga por estudios longitudinales que puedan verificar esta posibilidad, aunque también confirman que “la inactividad física muestra una mejor posibilidad de predicción que la propia actividad” (Raitakari *et al.*, 1994; Telama *et al.*, 1996; Piéron *et al.*, 1999).

Dishman *et al.* (2004) señalan que, afortunadamente, los hábitos del pasado no vaticinan los hábitos futuros puesto que las personas pueden modificar su práctica física. Estos autores también exponen que el tipo de actividad de tiempo libre efectuado por la población sin componente físico elevado o con limi-

taciones médicas en sus actividades tienen a cambiar con el incremento de la edad, así actividades con escasos requerimientos energéticos (pasear, labores de jardinería y huerta) son muy populares entre los sujetos mayores, mientras que el ciclismo, la natación o la danza se convierten en menos frecuentes (Tabla 3.6).

**Tabla 3.6.** Influencia de los factores relativos a los antecedentes de ejercicio y esfuerzo en la práctica de actividad física (adaptado de Dishman *et al.*, 2004).

Factor	Influencia
Actividades anteriores adulto.	Positiva
Dieta.	Confuso
Ver la televisión.	Negativa
Deportes escolares.	Sin relación (hombres) Positivo (mujeres)
Fumar.	Confuso
Intensidad del ejercicio.	Negativo
Frecuencia del ejercicio.	Negativo
Duración del ejercicio.	Negativo
Esfuerzo percibido del ejercicio.	Negativo

## 5. AUTOCONCEPTO Y ESTILOS DE VIDA

Hacia 1970 Fitts (1972), en un monográfico sobre *El autoconcepto y la conducta*, sugería el estudio de la influencia del autoconcepto sobre las conductas relacionadas con la salud (alcoholismo, abuso de sustancias, enfermedades físicas...). En la década de los ochenta aparecen las primeras teorías e investigaciones relacionando el autoconcepto y la autoestima con conductas relacionadas con la salud en la adolescencia. Desde entonces hasta la actualidad se han desarrollado multitud de estudios e investigaciones que hablan de la relación existente entre las conductas de salud y un concepto unidimensional de autoconcepto, aunque posteriormente se ha evolucionado a una concepción multidimensional diferenciando conceptual y empíricamente las dimensiones de autoconcepto y autoestima global.

Las conductas de salud que más han interesado a los especialistas son las conductas de consumo de sustancias y las conductas de ejercicio.

Los modelos teóricos que explican las conductas de riesgo y en concreto el consumo de sustancias (Huba y Bentler, 1982), incluyen tanto variables sociales como individuales, siendo el autoconcepto/autoestima una de las variables individuales tradicionalmente asociadas al consumo de sustancias, sobre todo en la adolescencia.

Inicialmente cuando se realizaron los primeros estudios se encontró una relación negativa entre autoestima y consumo de sustancias, pudiendo ser una autoestima baja el origen del consumo de sustancias. Kaplan en 1980 formuló su *teoría general de la conducta desviada*, que propone que el consumo de sustancias tendría su origen en experiencias negativas en los contextos de socialización que producen sentimientos de autodevaluación, lo que producirá que el sujeto deje de estar motivado por continuar con las actividades normativas del grupo que le hacen sentir mal y se sentirá motivado a desviarse de ellas adoptando un patrón de conducta desviada (Kaplan, 1980, 1982).

Diversos autores en sus investigaciones aportan otras explicaciones sobre la relación entre autoestima y consumo de sustancias. Algunos piensan que una baja autoestima incrementa la vulnerabilidad a la presión de los pares hacia el consumo (Foxy Forbing, 1991; Maag *et al.*, 1994).

Otros autores en cambio consideran que la ansiedad es el eslabón entre la autoestima y el abuso de sustancias, por tanto aquellos adolescentes que experimentan niveles de ansiedad más elevados con menor autoestima son candidatos al consumo de sustancias.

Butler (1982) encontró evidencias de que los adolescentes que no consumen alcohol poseen mayores puntuaciones en el dominio físico que los que lo consumen regular o esporádicamente. El dominio deportivo tampoco parece estar demasiado relacionado con el consumo de sustancias, ya que la mayoría de los trabajos realizados no encuentran relación entre ambas variables. La única evidencia existente es la de Lifrak *et al.* (1997), que encontraron una relación significativa y negativa entre la competencia deportiva y el consumo de tabaco y *cannabis* en chicos de 12 a 15 años, pero no en las chicas.

En definitiva, la literatura científica no da un apoyo claro e inconfundible a una relación de causalidad entre la autoestima global y el consumo de sustancias debido a una serie de limitaciones metodológicas y estadísticas que hacen que la relación no sea tan clara. Algunas son la ausencia de una definición plenamente aceptada del término “autoestima” o las bajas correlaciones entre las distintas de autoestima que hacen pensar que quizás no sean instrumentos fiables y válidos para medir este constructo, sobre todo por parte de aquellos que lo consideran como unidimensional. En el caso del “consumo de sustancias” tampoco hay un pleno consenso, mientras que algunos autores consideran que se comete abuso de sustancias cuando supone un peligro para el individuo y la sociedad o la

comunidad (Nelson *et al.*, 1982); otros consideran que es abuso el mero consumo de sustancias tanto legales como ilegales (Schroeder *et al.*, 1993). Con respecto a los datos estadísticos, en ocasiones se considera sólo la significación estadística y no se analiza la magnitud de la asociación, ya que en muchos estudios no se explica más que un 5% de la varianza encontrada.

## 6. CONTINUIDAD DE LOS HÁBITOS DE ACTIVIDAD FÍSICA A LO LARGO DE LA VIDA

Dado que los hábitos relacionados con la actividad física, como muchos otros aspectos de la conducta, pueden ser susceptibles de cambios mediante intervenciones educativas, cabría plantearse la cuestión de cuándo se consolidan y de la posible relación entre los hábitos de participación en actividades físicas en la infancia y adolescencia y su posible continuidad o variación en épocas posteriores de la vida. Para algunos autores el mantenimiento de estilos saludables de vida, como la dieta equilibrada y el ejercicio, es más probable en la edad adulta si dichos estilos de vida se establecen durante la infancia, tal y como hemos confirmado anteriormente. No obstante, son escasos los estudios que analizan si la participación en actividades físicas durante la adolescencia incrementa la probabilidad de que dicha participación continúe en la edad adulta (Márquez, 2004). En lo que parecen coincidir distintas investigaciones es que resulta más sencillo modificar *parámetros de conducta en niños que en adultos, puesto que los hábitos de vida relacionados con la salud se establecen en la infancia* (Sánchez Bañuelos, 1996; Nieda, 1993; Kelder *et al.*, 1994; Casimiro, 2002), si bien, ya hemos confirmado que es éste un debate que suscita numerosas contradicciones.

Un estudio retrospectivo realizado en Gran Bretaña (Powel y Dysinger, 1987) concluyó que los sujetos que en la edad adulta practicaban actividades deportivas de forma habitual, habían practicado también más deporte en la edad escolar, eran más extrovertidos socialmente en la adolescencia y habían tenido menos problemas de salud en la infancia. En coincidencia con lo anterior, en una investigación realizada en Holanda (Van Mechelen y Kemper, 1995) se ha observado que los jóvenes considerados por sus profesores como de habilidad media en el deporte a la edad de 13 años y como muy activos a la edad de 15 años, tienen grandes posibilidades de participación en eventos de ocio

activo a la edad de 36 años, aunque también se detectó un descenso considerable en el comportamiento relacionado con la actividad física durante ese periodo, tanto en hombres como en mujeres.

Diversos autores han encontrado una disminución importante después de los 12 años, tanto en la frecuencia de la actividad física como en la participación en actividades deportivas, así como una mayor actividad en chicos que en chicas, aunque la disminución de actividad de estas últimas es menos marcada que en los varones (Rodríguez-Ordax *et al.*, 2003). El descenso fundamental parece producirse entre los 12 y 21 años y continúa, de una forma menos marcada, hasta los 29, mientras que en el periodo de los 30 a 64 años suelen mantenerse patrones de actividad relativamente estables e incluso, a partir de esa edad, se puede apreciar una mejora en la tendencia, seguida de una mayor erosión en los últimos años de la vida. En este mismo sentido se manifiestan algunos estudios estadounidenses que califican como “dramático” el descenso de los niveles de actividad física durante la adolescencia, especialmente en los últimos años de enseñanza obligatoria, puesto que un 70% de la población de 12 años realiza actividad física intensa, mientras que a los 21 años tan sólo un 40% de varones y un 30% de mujeres continúan con práctica física a esta intensidad (Dishman *et al.*, 2004). En España esto también ha sido motivo de numerosas investigaciones, de las cuales citamos a continuación algunas referencias:

- Según Mendoza *et al.* (1994), la práctica deportiva fuera del horario escolar se sitúa en torno al 72% en ESO.
- García Ferrando (1998) establece que el 70% de la población menor de 16 años afirma hacer deporte una o dos veces por semana; Guerrero (2000) amplía este porcentaje hasta un 74%.
- Mendoza (2000) concreta que los estudiantes españoles entre 11 y 18 años que realizan actividad deportiva extraescolar varios días a la semana son un 57%, y sólo un 16% lo realiza diariamente.
- Guerrero (2000) establece en un 29% los escolares entre 11 y 14 años que practican con frecuencia semanal, mientras que el 22% lo hace diariamente.
- Un importante elenco de autores considera al género como un factor condicionante a la hora de hacer ejercicio físico (García Ferrando, 1993, 1997, 2001; Castillo y Balaguer, 2001; Ruíz Juan, 2001).

- Muchas publicaciones confirman que los chicos practican más actividad física que las chicas (Mendoza, 2000; Ruíz Juan, 2001; Zabala *et al.*, 2002). En este sentido, García Ferrando (2001) expresa, en términos generales, que un 79% de mujeres no realizan ejercicio físico frente a un 59% de varones.

Esta decadencia de práctica regular en las primeras etapas del individuo puede estar motivada porque en la infancia, pero especialmente en la adolescencia, nos encontramos con un periodo muy crítico en el ámbito de los estilos de vida saludables. Latorre y Herrador (2003) justifican este momento con la prepotencia de estas edades, “motivada en cierto modo por mimetismos con comportamientos estereotipados del adulto, entienden que la salud no va con ellos, que son jóvenes y están llenos de vida; pero no son conscientes de que a esas edades se asientan los hábitos de vida relacionados con la salud”.

La concienciación y la adecuada promoción de práctica física ha de ser planteada eficazmente por los estamentos e instituciones responsables con el fin de revalorizar la necesidad de práctica física regular como componente de los estilos de vida saludables desde los primeros años de vida. Por tanto, como reconoce Martens (1996), los profesionales del ámbito físico-deportivo deben mantener como un objetivo prioritario: *convertir a los niños en practicantes activos para toda la vida.*

Aun reconociendo y reiterando una vez más la afirmación de Gutiérrez Sanmartín (2000), en cuanto que “los niños desarrollan la actividad física a través de los procesos de socialización, al igual que sus estilos de vida y sus hábitos de salud”, lo cierto es que podríamos focalizar en otros cuatro elementos activadores, además de la socialización, de la práctica física en las primeras edades: la escuela, las organizaciones deportivas, los medios de comunicación y la motivación (Figura 3.3).

El marco escolar, en opinión de Iverson *et al.* (1985), debe ser considerado como el escenario propicio para influir positivamente en la práctica físico-deportiva. Tanto las materias obligatorias, focalizando la relevancia de la Educación Física, como las propuestas de programación extralectivas, dentro de ese marco escolar, deben abanderar el interés de los alumnos por la práctica físico-deportiva.

No menos importantes son las restantes instituciones que promueven y promocionan la práctica deportiva dirigida a los más jóvenes: clubes, escue-



**Figura 3.3.** Elementos activadores de la práctica física en las primeras edades.

las deportivas, asociaciones que ofertan actividades deportivas, empresas de servicios, administraciones públicas... Son muy diversas y numerosas las opciones de organización del deporte y la actividad física en edad escolar, sin embargo las directrices de promoción no son efectivas en cuanto que el número de abandonos deportivos en estas edades sigue incrementándose en los últimos años. Ni tan siquiera los alarmantes datos relativos a la obesidad infantil han impulsado programas rigurosos de promoción y concienciación efectivos. Algunos intentos pusilánimes, hasta el momento, como es el caso de NAOS (Estrategia para la Nutrición, Actividad Física y prevención de la Obesidad), incluyen un apartado para la promoción de la actividad física cuyo objetivo es *fomentar la práctica de deporte y la actividad física especialmente en la infancia y en la juventud*, y pretende hacer partícipes no sólo a las distintas administraciones públicas en materia de educación, sanidad y deporte, sino también a los responsables del planeamiento urbanístico de las localidades en cuanto que de ellos depende *la nueva creación de parques, jardines y áreas deportivas*. Al margen de la incidencia social y de la efectividad de estos proyectos, debemos reflejar algunas de las acciones establecidas, por ejemplo, desde esta Estrategia NAOS (2005) en el ámbito concreto de la actividad física:

- *Se realizarán campañas informativas para concienciar a la población de la importancia de la actividad física y promocionar su práctica habitual como alternativa al ocio sedentario.*
- *Se recabará la colaboración de las empresas de entretenimiento, fabricantes y anunciantes*

*de juguetes, buscando iniciativas comunes destinadas a la promoción de juegos que requieran actividad física.*

- *Se crearán grupos de trabajo, en el ámbito autonómico y municipal, encargados de diseñar iniciativas para la mejora de espacios para la práctica de ejercicio y actividad física, carriles seguros para bicicleta, pistas de patinaje, pistas peatonales. Estos grupos deben incluir la participación de responsables municipales, urbanistas, responsables de actividades de ocio y práctica deportiva, educadores, etc.*

Resulta necesario educar sobre los medios de comunicación, en opinión de Durán (1998), a causa “de los elevados niveles de consumo mediático, y muy especialmente entre las personas más jóvenes”, y denuncia el elevado número de horas que los niños pasan frente al televisor. Gutiérrez Sanmartín (2000) destaca la gran influencia de los medios de comunicación como factor medioambiental en la educación y en el comportamiento de los niños, y señala a la televisión como un agente de socialización de gran impacto que aporta estereotipos de comportamiento a los niños o modelos para que se identifiquen con ellos. Este mismo autor prosigue mencionando la probabilidad de “que la presentación de actividades físicas y deportes en televisión influya en las actitudes y las motivaciones que los niños tienen respecto al deporte”. Esta misma hipótesis es planteada por Durán (1998), quien plantea si la retransmisión de eventos deportivos en televisión propicia un caldo de cultivo que favorezca la práctica deportiva de la población, el propio autor ofrece una respuesta citando un estudio de Irlinger de 1994, en el cual se ponía de manifiesto “que la influencia del consumo de espectáculos deportivos televisados en la práctica real es mucho menor de lo que cabría esperar”. Las razones que ofrece Durán (1998) para entender este desencuentro entre consumo deportivo en la televisión y sujetos activos físicamente son, por un lado, que el deporte retransmitido es el de la alta competición, el espectáculo, y que no refleja las necesidades de práctica física de la población, y por otro lado, destaca que las retransmisiones deportivas no sirven, ni tan siquiera indirectamente, para incrementar las tasas de práctica deportiva porque “la influencia motivadora hacia la práctica no deja de ser para los responsables mediáticos un efecto colateral que no les preocupa en absoluto, una consecuencia accidental”. En esta misma línea debemos añadir que la representatividad del deporte en edad escolar en los

medios de comunicación es prácticamente nula; en la prensa local y provincial se limita a ofrecer semanalmente tablas de resultados de categorías inferiores de varios deportes, y en la prensa nacional, esta representatividad es prácticamente nula. Las imágenes que reciben los niños a través de los medios de comunicación son la de los deportistas profesionales y la de las modalidades enmarcadas en el denominado deporte espectáculo, alejadas ambas de la perspectiva educativa y formativa de la práctica física-deportiva en las primeras etapas. El papel de los educadores y de los técnicos deportivos se torna relevante en cuanto que a ellos les corresponde concienciarse sobre la distorsión provocada por los medios, y cómo orientar a los participantes hacia modelos de práctica útiles y que tenga continuidad a largo plazo (Durán, 1998).

Por último, debemos mencionar que la motivación puede ser otro de los elementos activadores de la actividad física. Gutiérrez Sanmartín (2000) señala que esta temática siempre ha sido objeto de interés para la Psicología del Deporte y del Ejercicio, y se constatan múltiples estudios al respecto. Como la motivación será además un capítulo más de este texto, tan sólo mencionaremos que no siempre acompaña a la práctica física-deportiva. Así Duda (1993) destaca que algunos tipos de motivación (extrínseca y orientación al ego y al resultado) pueden, a veces, tener efectos negativos sobre la participación y la satisfacción, mientras que Gutiérrez Sanmartín (2000) precisa que “dada la preponderancia de recompensas extrínsecas en el deporte y dado el hecho de que las personas pueden participar para probarse a sí mismas más que por amor al juego, la motivación intrínseca puede no ser siempre el motor de la implicación en el deporte”. De esta manera, será necesario analizar y estructurar correctamente la motivación en la práctica física, para establecer las pautas en este ámbito que faciliten la continuidad en programas de actividad física.

## **7. RECOMENDACIONES Y PAUTAS PARA LA ACTIVIDAD FÍSICA SALUDABLE EN FUNCIÓN DE LOS GRUPOS DE POBLACIÓN**

El ya citado documento Estrategia NAOS (2005) cita las recomendaciones de la OMS para practicar ejercicio físico de forma regular, independiente de la edad de la persona y del tipo de ejercicio que se rea-

lice. Esta recomendación se concreta en “30 minutos de ejercicio de intensidad moderada, como caminar a paso ligero, todos los días de la semana”.

Es ampliamente reconocido por diversos estudios que la actividad física regular favorece la salud mental y física en la infancia y en la adolescencia, por esta razón se han establecido recomendaciones para los más jóvenes, que promueven actividad física de intensidad moderada/intensa, así como ejercicio físico para mejorar la fuerza y la flexibilidad (Biddle *et al.*, 1998; Sallis y Patrick, 1994; US Department of Health and Human Services (USDHH, 1991)). Es necesario reconocer que aún no se ha establecido la cantidad óptima de actividad física saludable para los niños ya que las recomendaciones de actividad física (Sallis y Patrick, 1994) se habían establecido a partir de estudios realizados a adultos (Sallis *et al.*, 1994). A los beneficios psicológicos debemos añadir un aspecto que ha impulsado las investigaciones en este sentido, y es el incremento de la obesidad preocupante especialmente en la etapa infantil. La Estrategia NAOS (2005) establece que junto con la alimentación, el otro factor causante de la obesidad es el sedentarismo, y que en un estudio realizado recientemente en 15 países europeos, España era uno de los países donde menos práctica física se realizaba, y en el que el número de horas que los niños y adolescentes juegan con ordenadores y videoconsolas se ha incrementado espectacularmente. A partir de este tipo de informaciones, cobran mucha importancia los estudios que analizan la cantidad y la intensidad del ejercicio físico en distintas poblaciones, pero particularmente en el caso de los niños, con el objetivo de prevenir ciertas enfermedades derivadas de hábitos sedentarios, pues la obesidad ya ha sido calificada como la epidemia del siglo XXI en las sociedades más avanzadas.

Montil *et al.* (2004) indican que *algunas investigaciones han estudiado el cumplimiento satisfactorio de estas recomendaciones de los niños, y la mayoría muestran niveles bajos de práctica, indicando que pueden no estar realizando los niveles adecuados de actividad física para la salud.*

Según investigaciones realizadas con niños norteamericanos, éstos no cumplen la recomendación de realizar actividad física de intensidad moderada/intensa casi todos los días durante una hora (Pate *et al.*, 1994). En este mismo trabajo se manejan datos como que un importante número de niños y la mayoría de las niñas no llegan a realizar ni siquiera 20 minutos al menos tres veces por semana. Riddoch y Aznar (1996) encontraron datos similares en los niños de Gran Bretaña.

Tal y como comprobábamos en el apartado anterior, en nuestro país los resultados no son más halagüeños, y la actividad física que realizan nuestros niños y niñas parece insuficiente para que sea realmente beneficiosa para su salud (Cantera, 1997; Lasheras *et al.*, 2001; Nebot *et al.*, 1991).

En 1998, Biddle *et al.* publican un trabajo en el que se modifican las recomendaciones anteriores hasta aumentar la sesión de actividad de 30 minutos la mayoría de los días de la semana a 60 minutos diarios de actividad física.

En España, y concretamente en población escolar de Madrid, se ha observado que los niños que cumplen la recomendación de 60 minutos eran un 23,3%, y que las tasas de sedentarismo son más elevadas en niñas que en niños. El mismo estudio refleja que un 47% de los niños madrileños cumplen las recomendaciones para poblaciones sedentarias (30 minutos de actividad física), y que existen diferencias significativas en cuanto a la práctica entre semana y la del fin de semana, en detrimento de éste último (Montil *et al.*, 2004).

Puesto que la mayor parte de los jóvenes no cumplen estas recomendaciones, las instituciones públicas debería preocuparse por promocionar la actividad física entre esta población de forma adecuada. Montil *et al.* (2004), ante los datos arrojados en su estudio, matizan aún más esta intervención, refiriéndose a la familia y a los centros escolares como agentes necesarios e imprescindibles en el cumplimiento del tiempo de práctica físico-deportiva. Pero además, es necesario plantearse la utilización de instrumentos adecuados que permitan valorar el grado de cumplimiento de estas sugerencias.

Aunque las recomendaciones acerca de la actividad física a realizar deben adaptarse a cada edad y persona, en adultos el mensaje dominante es considerar como actividad física beneficiosa para la salud aquella actividad de intensidad moderada que

se realiza diariamente, o casi todos los días, con una duración mínima de 30 minutos. Según se indica en las recomendaciones del Ministerio de Sanidad en nuestro país, la duración aconsejada dependería de la intensidad. Si no se puede realizar una actividad de intensidad moderada bastarían 60 minutos de intensidad suave. Los 30-60 minutos pueden distribuirse en periodos de 10-15 minutos a lo largo del día, y su realización es más fácil si se integra en actividades cotidianas tales como caminar rápido al trabajo, subir escaleras, etc. También proporcionan orientaciones útiles las recomendaciones de la Declaración de Québec sobre Actividad Física, Salud y Bienestar (Blair y Hardman, 1995).

El mínimo de actividad física diaria es muy importante y, aunque las actividades de menor frecuencia pueden mejorar la forma física, tienen efectos menos importantes sobre la salud. Actividades y ejercicios más intensos pueden ser también beneficiosos, pero no siempre, por lo que es importante consultar previamente con un especialista antes de iniciar actividades de mayor intensidad. No obstante, es necesario insistir en que se trata de una recomendación de tipo general y que diferentes tipos e intensidades de ejercicio pueden mejorar diversos componentes de la salud y de la forma física. Por ejemplo, un paseo suave a la hora del almuerzo, puede no ser suficiente para mejorar la forma circulatoria, pero podría contribuir al control del peso y a la reducción del estrés. También es importante el tratar de reducir los periodos de inactividad, como aquellos invertidos en ver la televisión. La simple sustitución de estar sentado delante del televisor por mantenerse una hora en pie puede permitir la reducción de 1-2 kg de grasa al año. También se pueden obtener claros beneficios simplemente levantándose cada hora del sofá y realizando ejercicios de estiramiento y de flexibilidad, algo especialmente importante en personas mayores.



# Estrategias de medición y valoración de la actividad física

Concepción Tuero del Prado y Sara Márquez Rosa

## OBJETIVOS

- Revisar los diferentes métodos de valoración de la actividad física, especialmente el uso de los cuestionarios.
- Analizar la utilidad de los cuestionarios en el ámbito de la actividad física y la salud a través de diferentes estudios.
- Estructurar los cuestionarios estandarizados en función de sus características.

## 1. INTRODUCCIÓN

Cuando se aborda la medición de la actividad física es importante conocer la naturaleza multidimensional del término y el impacto de sus diferentes elementos (duración, intensidad, frecuencia, tipo) en la salud. La evaluación de la actividad física de individuos o de grupos es diferente de la evaluación de la forma física: aunque los dos estén relacionados, deben considerarse como casi independientes.

Resulta imprescindible, antes de analizar los efectos sobre la salud, recordar qué se entiende por actividad física y por otros conceptos relacionados, tales como ejercicio físico o forma física, aspectos que ya fueron abordados en el capítulo inicial de este texto. Asimismo, es importante tener en mente el concepto de gasto energético, puesto que muchas de las evaluaciones de la actividad física se efectúan a partir de las diversas interpretaciones que se realizan de la valoración del mismo. Así, según Astrand y Rodahl (1992), hace referencia a la cantidad de energía que el sujeto produce y después utiliza. El gasto energético dependerá de la naturaleza de la actividad que se realice, de las características del individuo y del ambiente que le rodea (Serra y Llach, 1996). También se advierte que “gasto energético” no es sinónimo de actividad física o de ejercicio (Montoye *et*

*al.*, 1996), sin embargo cualquier modalidad de actividad física supone un coste energético. Éste es un concepto relevante ya que muchas evaluaciones de la actividad física se efectúan a partir de las diversas interpretaciones que se realizan de la valoración del gasto energético, puesto que si queremos evaluar el nivel de actividad física, debemos considerar que ésta es proporcional al gasto energético, permitiéndonos clasificar a los sujetos como físicamente activos o no. Es decir, podemos establecer una relación directa entre la actividad física realizada y el gasto energético desempeñado. Recordemos que la cuantificación del gasto energético asociado a la actividad física se puede realizar en kilocalorías o kilojulios, aunque para facilitar la tarea de dicha cuantificación y de medir la intensidad de la actividad física, muchos especialistas utilizan los MET, ya definidos en el primer capítulo de este texto.

Existen multitud de técnicas construidas para determinar el consumo energético que los sujetos experimentan tanto en reposo como durante la actividad física (Wilmore y Costill, 1999; McArdle *et al.*, 2001). Westerterp (1999) también señala que existen diversos métodos que se utilizan para evaluar la actividad física, y que determinan la cantidad de ésta por el individuo, ya sea en periodos cortos (por ejemplo, 1-30 días) o en periodos prolongados (por ejemplo, 30

días, 12 meses). Por otra parte, muchos trabajos suponen actividad física continuada de intensidad moderada durante la mayor parte del día, y la energía gastada puede ser elevada, no siendo necesario que los individuos tengan una buena forma física para hacer esa clase de trabajo.

Según Astrand y Rodahl (1992), la actividad física es el resultado mecánico de toda una serie de procesos internos que tienen lugar en nuestro organismo articulados de forma conjunta para la producción de energía química, que será transformada posteriormente en energía mecánica.

Uno de los puntos más descuidados hasta hoy en los programas de actividad física orientados hacia la salud ha sido la falta de un control riguroso para evitar muchos de los problemas que se desencadenan *a posteriori* como lesiones, empeoramiento de ciertas patologías e incluso fallecimientos. La medición de las conductas relacionadas con el ejercicio y los niveles de actividad física habituales son fundamentales para estudiar los efectos del ejercicio sobre la salud mental, así como el resultado de posibles intervenciones, o incluso si se quiere estimar el porcentaje de población activa para garantizar una buena salud.

## 2. LA VALORACIÓN DE LA ACTIVIDAD FÍSICA

En relación a la necesidad de evaluar la actividad física de los sujetos, Marcos Becerro (1989) señala que en el deporte, como en otras actividades llevadas a cabo por el ser humano, se necesita cuantificar el esfuerzo realizado de la forma más precisa posible con el fin de conocer las relaciones existentes entre la causa —el ejercicio— y los efectos —los resultados— producidos, bien sea en términos de rendimiento deportivo, bien sea referido a la salud. Desde hace unas décadas, las ciencias de la actividad física y del deporte han adoptado una aproximación epidemiológica como forma práctica de obtener una visión amplia de la actividad física y de sus implicaciones. Los datos se observan *in situ*, en el contexto del experimento, así como en las pautas de vida de estudios de población extensa (Godin y Shepard, 1985).

Existen muchos métodos potenciales para la medición y evaluación de la actividad física que incluyen la observación del comportamiento, marcadores fisiológicos (frecuencia cardíaca, agua doblemente marcada), gasto calórico, sensores del movimiento y procedimientos de autoinforme. Se han descrito diferentes

tipos de instrumentos de acuerdo a diferentes criterios, según el grado de coste, de aceptabilidad por parte de la gente, según la sensibilidad del instrumento para dar información específica sobre el tipo, frecuencia, duración e intensidad o según el grado de interferencia con la actividad física habitual. Así la naturaleza de la práctica física ocupa un lugar prioritario en este tipo de investigaciones, puesto que antes de 1970 la práctica totalidad de estudios epidemiológicos que analizaban la relación entre la actividad física y las enfermedades coronarias se realizaron a partir de la ocupación profesional de los sujetos, y es a mediados de los años sesenta del pasado siglo cuando el doctor Henry J. Montoye empieza a incluir en este tipo de estudios la práctica física que los individuos realizan durante su tiempo libre utilizando el conocido como cuestionario de Tecumseh (Dishman *et al.*, 2004).

Westerterp (1999) agrupa los métodos para evaluar la actividad física en cinco categorías:

1. Observación del comportamiento.
2. Medidas fisiológicas.
3. Calorimetrías.
4. Sensores de movimiento.
5. Cuestionarios.

Los cuatro primeros determinan la cantidad de actividad física realizada por el individuo, y han sido empleados como parámetros de referencia en diferentes estudios para comprobar la validez y la fiabilidad de los cuestionarios de actividad física (Elosúa *et al.*, 2000; Schuler *et al.*, 2000; Harada *et al.*, 2001; De Abajo *et al.*, 2001). En cuanto a los cuestionarios, a menudo se discute sobre la validez de estos instrumentos. Lo cierto es que la utilización de cuestionarios en estudios epidemiológicos se obtienen datos sobre hábitos de un número elevado de población, con una relación coste-tiempo realmente eficaz (Dishman *et al.*, 2004). Pero si nos preguntamos si realmente los cuestionarios son válidos para la medición de la actividad física, debemos indicar las relaciones de los resultados de los cuestionarios con parámetros obtenidos a través de los otros métodos. De esta relación deriva la validación de numerosos cuestionarios. A este último método le dedicaremos un apartado exclusivo debido a la relevancia que su uso ha adquirido.

### 2.1. Observación del comportamiento

Los “métodos de observación” consisten en “registrar, a partir del trabajo de observadores entrenados, las pautas de actividad física de los individuos en

determinados intervalos temporales” (Blasco, 1994). Estos métodos requieren una minuciosa preparación de los observadores y amplios periodos para su aplicación, lo que puede entrañar ciertas dificultades.

Para Montoye *et al.* (1996) es necesario partir de la idea de que las observaciones para estimar la actividad física y la energía gastada durante las mismas no se han verificado de manera adecuada. Sin embargo, la validez parece suficiente cuando las observaciones se efectúan y se registran (se graban) cuidadosamente. Por las razones que argumentábamos anteriormente, preparación de los observadores y amplios periodos de aplicación, el coste suele resultar “prohibitivo”, si además es necesario contar con un observador por individuo. Otro inconveniente se produce por la alteración de la actividad del individuo cuando se siente observado. Si el periodo de observación resulta extremadamente largo, la observación y la grabación se verán afectadas por la monotonía, y el resultado decrece (Montoye *et al.*, 1996).

A continuación explicaremos los métodos de observación calificados como simples y los calificados como complejos. En cuanto a los métodos de observación simple, los datos que recogen los observadores deben simplificarse, sistematizando las observaciones y las grabaciones. Así, Wade y Ellis (1971) clasificaron las actividades que se advertían en las guarderías en cuatro categorías: en posición de sentado quieto, en posición de sentado realizando pequeños movimientos, paseando y corriendo. En otra investigación (Thorland y Gilliam, 1981), los padres calificaban a sus hijos en una escala en función de sus actividades; el rango iba de 1 a más de 10 MET. Ku *et al.* (1981) emplearon tres categorías de actividad intensa con niños de 8 años. Torún (1984) recopiló 40 actividades diferentes en niños de edad preescolar. Habitualmente se preparan esquemas para grabar las actividades (Torún, 1984; Wallace *et al.*, 1985; Baranowski *et al.*, 1984; Hovell *et al.*, 1978). McKenzie *et al.* (1991) estudiaron un sistema de observación y codificación de las actividades intensas durante las clases de educación física. Este sistema, denominado SOFIT, en opinión de Montoye *et al.* (1996), podría adaptarse a otros usos.

Son considerados “métodos de observación compleja” aquellos que a los anteriormente descritos añaden todo tipo de instrumentos, desde las cámaras de vídeo hasta ordenadores, lo que facilita la labor de los observadores considerablemente.

## 2.2. Medidas fisiológicas

En relación a los métodos relacionados con las medidas fisiológicas, tan sólo mencionaremos el agua doblemente marcada, la frecuencia cardiaca y la composición corporal.

### 2.2.1. El agua doblemente marcada

Este método es seguro y preciso, pero la ingestión de isótopos puede no ser aceptada por los sujetos a estudiar y sus altos costes lo hacen inviable en estudios poblacionales con un número elevado de sujetos. Permite obtener un valor global de gasto energético y consumo de oxígeno en un amplio periodo de una a tres semanas, por lo que no diferencia la duración, frecuencia o intensidad de una actividad física específica. Esta técnica fue desarrollada por Lifson y sus colaboradores en la Universidad de Minnesota, basándose en su observación de que los átomos de oxígeno exhalan dióxido de carbono y éstos en el agua del cuerpo estaban en un equilibrio isotópico (Lifson *et al.*, 1955).

Sirard y Pate (2001) lo consideran como criterio estándar para el estudio de la actividad física en niños y adolescentes. Se ha empleado preferentemente en estudios de validación de otros métodos de medición que ya han demostrado su validez en contraste con la calorimetría indirecta (Westerterp *et al.*, 1988).

Según Schuit *et al.* (1997), Starling *et al.* (1999) y McArdle *et al.* (2001), el agua doblemente marcada es el patrón referencial por excelencia —*gold standard*— para determinar la validez de los cuestionarios de actividad física y otros métodos de cuantificación del gasto energético.

En esta prueba el sujeto ingiere una cantidad de agua determinada en función del agua corporal total. En la dosis existe una concentración conocida de los isótopos radiactivos deuterio ( $^2\text{H}$ ) y oxígeno-18 ( $^{18}\text{O}$ ) —isótopos más utilizados—. Se parte del principio de que los isótopos se distribuyen por todos los fluidos corporales y de que el  $^2\text{H}$  se elimina en agua por el sudor, la orina y la saliva, y el  $^{18}\text{O}$  por el  $\text{CO}_2$ .

Tras un tiempo prudencial de ingerir la dosis se toman muestras de orina o de  $\text{CO}_w$  para ver qué cantidad de “agua marcada” ha sido eliminada. La proporción entre el agua ingerida y el agua eliminada en función de la velocidad de eliminación, será el indicador del gasto energético desempeñado (McArdle *et al.*, 2001; Starling *et al.*, 1999; Schuit *et al.*, 1997).

Entre sus ventajas destacan la gran fiabilidad y validez que ostenta, y puede ser aplicado en diferentes edades. Sin embargo sus mayores inconvenientes son el gran coste del instrumental, su sofisticación y la imposibilidad de ser aplicado en grandes grupos de personas (De Abajo *et al.*, 2001; Tuero, 1998; Washburn *et al.*, 1993).

En la Tabla 4.1 señalamos las ventajas y desventajas del método del agua doblemente marcada:

En conclusión, podemos resumir las características de este método en función de su reciente aplicación tanto en laboratorios como en estudios de campo en la estimación de la energía gastada. Sin embargo, su coste es tan elevado que lo hace impracticable en estudios epidemiológicos o en programas educacionales (Montoye *et al.*, 1996). Es necesario reseñar que se puede considerar al método del agua doblemente marcada como un buen medidor del gasto de energía en situaciones de vida real, puesto que ha sido validado en la mayoría de los estudios realizados (Buskirk, 1994; Montoye *et al.*, 1996).

### 2.2.2. Frecuencia cardiaca

La intensidad del ejercicio (I) se puede estimar registrando la frecuencia cardiaca en función de la frecuencia cardiaca máxima teórica del sujeto (FCM). Para ello se utiliza la siguiente fórmula:

$$FCM = 220 - \text{edad del sujeto}$$

Existen otros procedimientos que pueden resultar más precisos, como es el porcentaje de la reserva cardiaca (FRC). Este método nos va a permitir trabajar según la capacidad de cada sujeto para alcanzar

una intensidad de trabajo en relación a su capacidad de esfuerzo, que estará determinada a su vez por la edad y por la frecuencia cardiaca en reposo (FCR). Se calcula de la siguiente forma (Marcos-Becerro, 1989; Hernández-Vázquez, 1995):

$$FRC = [(220 - \text{edad}) - FCR] \times \%I + FCR$$

Si conocemos la relación entre las pulsaciones durante el ejercicio y el consumo de oxígeno, podemos estimar el gasto energético del sujeto basándonos en la frecuencia cardiaca, debido a que el aumento de ambos durante el esfuerzo es proporcional al aumento de la intensidad (McArdle *et al.*, 1990).

A pesar de su sencillez y nulo coste, su validez ha sido puesta en entredicho debido a la influencia de numerosos factores como la temperatura, el estado emocional, la posición corporal, el consumo de alimentos... (Tuero, 1998; McArdle *et al.*, 1990).

### 2.2.3. Composición corporal

El estudio del componente graso resulta importante ya que tiene aplicabilidad para el conocimiento de las alteraciones endocrinas y nutricionales, de las adaptaciones al entrenamiento deportivo, del nivel de sedentarismo, del desarrollo del individuo o de la composición corporal de los sujetos (Pacheco, 1996; López-Calvet *et al.*, 1996).

$$IMC = \text{Peso (kg)} / \text{Talla}^2 \text{ (m)}$$

Uno de los métodos de estudio de la composición corporal es a través del *índice de masa corporal* o *índice de Quetelet* (IMC). Es el método más sencillo y de los más utilizados en estudios epidemiológicos.

**Tabla 4.1.** Ventajas y desventajas del método del agua doblemente marcada (adaptado de Montoye *et al.*, 1996).

Ventajas	Desventajas
La validez para estimar el gasto de energía en el laboratorio parece ser exacta en torno a 1%/3% y con una precisión de 4% a 7%. La exactitud y precisión bajo las condiciones apropiadas en el campo también podrían ser buenas.	El coste del $^{18}\text{O}$ es considerable (de 400 a 600 dólares), lo que limita la aplicación a grupos relativamente pequeños. Con el tiempo el coste de los isótopos será menor.
El método puede ser aplicado tanto a niños como a adultos.	El análisis de los ejemplos es costoso y caro, el sofisticado espectrómetro de masas, así como los conocimientos técnicos para poder operar son caros y necesarios. Se hacen estudios para mejorar o simplificar la técnica (Barrie y Coward, 1985; Wong <i>et al.</i> , 1987).
El gasto de energía se mide sobre periodos relativamente largos (de 1 a 3 semanas).	En los estudios de campo, puesto que se mide la producción de dióxido de carbono y no el oxígeno utilizado, se introducen errores si el coeficiente respiratorio no es conocido de forma precisa (como es habitual).
El método es seguro y sin dolor y no obstaculiza al individuo durante el periodo de descanso o actividad. También es el menos apropiado para influir en el sujeto para que altere su actividad, lo que hacen otros métodos.	El gasto total de energía se mide en periodos de 4 a 21 días, no se obtienen datos de periodos menores de gastos elevados. Por otra parte, no se obtiene ninguna información de actividades específicas.

Se calcula en función del peso y de la talla del sujeto aplicando la siguiente fórmula (Young *et al.*, 2001; Harada *et al.*, 2001; Schuit *et al.*, 1997; Legido *et al.*, 1996):

Otra forma de calcular la composición corporal es mediante el *sumatorio de pliegues*. Se basa en conocer la magnitud de diferentes pliegues cutáneos para determinar el peso graso del sujeto. Conociendo el peso óseo, muscular y residual se calcula la composición corporal del individuo (Legido *et al.*, 1996). Uno de los protocolos más utilizados para conocer el porcentaje graso es el de Pollock y Wildmore, en el cual se toman los pliegues siguientes en función del sexo (Schuler *et al.*, 2001; De Abajo *et al.*, 2001; Legido *et al.*, 1996; Dipietro *et al.*, 1993):

- Hombres: pectoral, abdominal y muslo.
- Mujeres: tricripital, suprailíaco y muslo.

### 2.3. Calorimetrías

Consiste en la medición de la energía gastada mediante el calor producido. En la actualidad se puede realizar de forma directa (en situación de laboratorio en la que los individuos quedan conectados a aparatos de registro) o indirecta (en la que el individuo lleva asimismo aparatos de registro, pero que le permiten una cierta movilidad, convirtiéndose luego ese registro en una medida del calor producido, aunque menos precisa que la anterior) (Blasco, 1994). Estos métodos son denominados calorimetría directa y calorimetría indirecta.

#### 2.3.1. Calorimetría directa

Este método de cuantificación del gasto energético consiste en registrar la temperatura corporal desprendida durante el ejercicio. El principio de este método de evaluación se basa en que del total de la energía generada en el organismo, el 40% es utilizada para producir ATP y el resto se transforma en calor, cuyo exceso es liberado a través de la piel hacia el exterior (Wilmore y Costill, 1999).

La calorimetría directa es una sofisticada técnica en la que un individuo realiza una actividad dentro de una cámara aislada térmicamente, construida de manera que por los muros fluye agua. En la calorimetría directa el sujeto se introduce en un habitáculo herméticamente cerrado capaz de registrar el cambio térmico producido en su interior debido a una cámara de agua que lo rodea por donde circula el fluido.

La radiación del calor liberado por el individuo “calienta” las paredes internas, aumentando con ello la temperatura del agua circulante. La diferencia de temperatura entre el agua entrante y el agua saliente corresponde con el gasto energético desempeñado por el sujeto (Wilmore y Costill, 1999; McArdle *et al.*, 2001). Éste es calentado por el calor que desprende el individuo. La producción de calor se calcula a partir del volumen de agua que fluye a través de la cámara cada minuto y del cambio de temperatura que sufre el agua desde la entrada hasta la salida. Considerando que es necesaria 1 kcal para elevar 1°C la temperatura de 1 l de agua, se obtiene el gasto energético. “El sujeto pierde calor adicional por los procesos respiratorios y de evaporación de agua a través de la piel. Esta pérdida de calor puede ser medida, y añadiéndola a la que se haya obtenido por medio del agua se podrá calcular la proporción de energía que ha producido el individuo para esa tarea” (Howley y Don Franks, 1995).

Los valores del gasto energético obtenidos pueden tener gran precisión siempre y cuando el instrumental esté correctamente calibrado, lo cual requiere mucho tiempo y dinero. Tiene poca aplicación en grandes poblaciones y es un método poco desarrollado en países al margen de Estados Unidos (McArdle *et al.*, 2001).

#### 2.3.2. Calorimetría indirecta

El volumen máximo de oxígeno ( $VO_2$  máx) ha sido un indicador de la capacidad de realizar actividad física de larga duración debido a la relación existente entre el aumento del consumo de oxígeno y de la intensidad del ejercicio de forma proporcional (Astrand y Rodahl, 1992).

La espirometría —calorimetría indirecta— consiste en calcular la proporción de  $O_2$  y de  $CO_2$  en el intercambio gaseoso durante el ejercicio. En estudios epidemiológicos con ancianos suelen realizarse pruebas de esfuerzo sobre cinta o tapiz rodante utilizando protocolos como el de Bruce o el de Naughton, registrando la relación existente entre el  $O_2$  y el  $CO_2$  mediante espirómetros con sistema de circuito abierto (McArdle *et al.*, 2001; Schuler *et al.*, 2001; Elosúa *et al.*, 2000; Wilmore y Costill, 1999; Dipietro *et al.*, 1993).

Las limitaciones de este método son las mismas que en el caso del agua doblemente marcada. Además hay que añadir que el procedimiento puede influir negativamente en la mecánica de la actividad y que su precisión se puede ver afectada por la intervención

del metabolismo proteico en la producción de energía (McArdle *et al.*, 2001).

Los inconvenientes que surgen al emplear los métodos de calorimetría se reducen al elevado coste de éstos “y que implican una gran reactividad, dado que, por sus características, afectan a los patrones de actividad física habitual de los individuos” (Blasco, 1994).

## 2.4. Sensores de movimiento

De todos los sistemas capaces de registrar el movimiento humano, los acelerómetros son los instrumentos que más se utilizan con ancianos para registrar el movimiento realizado (De Abajo *et al.*, 2001; Pols *et al.*, 1996; Miller *et al.*, 1994).

El mecanismo de registro se basa en la inercia de los cuerpos, de tal forma que cuando nosotros nos movemos, o mejor dicho, nuestro cuerpo sufre aceleraciones o deceleraciones en el tiempo y en el espacio, se rompe la inercia que le hace tender al equilibrio. Este fenómeno se debe a la manifestación de la energía interna generada por nuestro organismo transformada en movimiento (Aguado, 1993). El acelerómetro lo que hace es detectar el movimiento que se produce cuando lo llevamos colocado en nuestro cuerpo debido a la ruptura de la inercia de un limbo móvil que alberga en su interior. En función de la naturaleza de esta pieza se habla de acelerómetros monoaxiales —si únicamente registran el movimiento en una sola dirección del espacio— o triaxiales —si lo hacen en las tres direcciones espaciales— (Montoye *et al.*, 1996). Los registros no sólo nos indican la cantidad de movimientos del cuerpo como lo hace un podómetro, sino también la intensidad con que se producen (Bray *et al.*, 1994; Westertep, 1999).

El acelerómetro *Caltrac*, nombre comercial del instrumento, es un sensor de movimiento portátil que puede llevarse colocado en el cinturón. Es un instrumento monoaxial de 9,7 x 7,0 x 1,3 cm y 78 g de peso, que registra el movimiento generado en dirección vertical. Para ello tiene un elemento piezoeléctrico montado en equilibrio, que detecta la aceleración producida (Westertep, 1999; Montoye *et al.*, 1996). Para su funcionamiento es necesario introducir primeramente la talla, el peso, la edad y el sexo de la persona que va a llevarlo consigo. Una vez hecho esto, el aparato registra cualquier aceleración vertical que se produzca de la persona, transformando tales registros en kilocalorías (kcal). Si no se produce ningún tipo de aceleración —no se rompe la inercia del limbo

móvil—, el aparato registra el gasto energético teórico desempañado por la persona en reposo a partir de los datos que fueron introducidos. Si se produce movimiento, lo que hace es sumar los nuevos registros calóricos que serán mostrados en una pequeña pantalla líquida (Montoye *et al.*, 1996; Westertep, 1999; Basset *et al.*, 2000).



**Figura 4.1.** Sensores de movimiento: el Caltrac.

El Caltrac se programa para calcular el metabolismo del sujeto en reposo expresado en kcal x min<sup>-1</sup>, utilizando sendas fórmulas para el sexo masculino y femenino (De Abajo *et al.*; 2001): (a) Metabolismo en reposo-Hombres:  $1440 [(1,042 \times \text{peso (kg)} + 38,660 \times \text{altura (m)} - 531 \times \text{edad} + 4,686)] / 100,000$ ; y (b) Metabolismo en reposo-Mujeres:  $1,440 [(730 \times \text{peso (kg)} + 13,819 \times \text{altura (m)} - 352 \times \text{edad} + 49,854)] / 100,000$ .

El inconveniente de este aparato es que solamente es sensible al movimiento producido en dirección vertical, lo cual es limitante para registrar el movimiento en actividades como el ciclismo o la natación, donde dicho componente vertical es menor en relación al movimiento anteroposterior del cuerpo (De Abajo *et al.*, 2001; Westertep, 1999; Montoye *et al.*, 1996); ni tampoco en actividades estáticas como levantamiento de pesos o el mantenimiento de una posición (Westertep, 1999; Allor y Pivarnik, 2001). Asimismo, en actividades como pasear o correr, donde tiene más utilidad, tampoco puede registrar las oscilaciones anteroposteriores ni mediolaterales (De Abajo *et al.*, 2001; Westertep, 1999; Montoye *et al.*, 1996). Sin embargo, es muy utilizado por su fácil manejo y apli-

cabilidad en grandes poblaciones. Su validez aumenta cuanto más controlada esté la actividad que se realice, y ésta se produzca prioritariamente en el plano vertical (Montoye *et al.*, 1996).

### 3. LOS CUESTIONARIOS O PROCEDIMIENTOS DE AUTOINFORME

Éstos consisten en obtener información proporcionada por el propio individuo a partir de un cuestionario o una entrevista (Blasco, 1994). Las diferencias entre los procedimientos de autoinforme radican en el espacio de tiempo durante el cual se aplican, la naturaleza y las características de las actividades físicas ejecutadas y el método de recogida de la información. El tiempo de aplicación de estos métodos va desde una semana hasta varios meses. Las actividades registradas se transforman en energía calórica a partir de unas tablas en las cuales se codifican las diferentes actividades físicas. Éstos son los métodos utilizados habitualmente en los estudios epidemiológicos, sin embargo resulta significativo revisar cómo ha sido la evolución de la utilización de estos cuestionarios porque de esta forma se comprenderá la importancia que han adquirido en estos estudios epidemiológicos.

#### 3.1. Antecedentes de la elaboración y uso de cuestionarios sobre la actividad física en amplias poblaciones

Según Miller *et al.* (1994), los métodos de evaluación de actividad física han estado amparados en el uso de un amplio rango de procedimientos que van desde las más precisas técnicas de laboratorio hasta cuestionarios de un solo ítem. Sin entrar a formular juicios de valor acerca de tal afirmación, al menos podría señalarse que a la hora de determinar la “cantidad de actividad física” que un sujeto realiza habitualmente, en un periodo de tiempo concreto, bajo unas condiciones ambientales o personales determinadas, existen diferentes métodos dentro de un amplio espectro en el que situar tanto a los descritos anteriormente como a los cuestionarios de actividad física.

Para poder hablar con más profundidad sobre este tipo de instrumentos, debemos remontarnos hacia principios del siglo pasado, momento en el cual podemos situar la utilización de una serie de pruebas por parte del ejército estadounidense para seleccionar

y destinar a los soldados según su adecuación a los diferentes tipos de armamento. Sin embargo el uso de estas pruebas selectivas va a cobrar su mayor importancia durante la década de los cuarenta y principios de los cincuenta. En este momento, en el ejército americano, se apremia la necesidad de seleccionar con una mayor rapidez y eficacia a los individuos que serían destinados para las fuerzas aéreas de la nación. Hasta entonces lo que se realizaba era un examen médico para descartar a aquellos que por motivos físicos no reuniesen las condiciones óptimas para poder pilotar un avión de combate. Sin embargo, el contar con “portentos humanos” no ofrecía garantías a la hora de enfrentarse al enemigo con valor, con audacia, con disciplina, con buenas iniciativas o con otra serie de cualidades que también eran exigibles. Este hecho provocó una evolución en el desarrollo de tests por parte de los psicólogos. Estos instrumentos serían administrados a los reclutas estadounidenses antes de iniciar el adiestramiento correspondiente con el fin de alistar aquellos que, además de reunir las condiciones físicas ideales, también reuniesen las capacidades óptimas para ser un buen piloto (Anastasi, 1980; Beck, 1979).

Posteriormente el uso de tests tuvo otro gran auge sobre la década de los sesenta (Lafacu, 2001) a la hora de seleccionar el personal trabajador, motivado por el nuevo desarrollo que estaba teniendo la industria (Beck, 1979). Según Anastasi (1980), la preocupación por los tests psicológicos toma cada vez mayor importancia debido a su gran expansión, ya que se empiezan a emplear en sujetos de diferente condición, edad y sexo. Se utilizan en diferentes contextos, como pueden ser escuelas, empresas, fuerzas armadas, clínicas, hospitales o prisiones, entre otros. Y se aplican para valorar diferentes aspectos de la conducta, entre ellos, la actividad física que realizan los sujetos (Harada *et al.*, 2001; Montorio, 1994; Jacobs *et al.*, 1993).

Otra de las líneas que impulsa la utilización de los cuestionarios ha sido la hipótesis de la relación que el sedentarismo mantiene con la aparición de enfermedades cardiovasculares que, como ya hemos mencionado, ha sido objeto de numerosos estudios experimentales desde hace 40 años aproximadamente. Ferrer y Carrión (2003) realizan una visión retrospectiva de los resultados de estos estudios, indicando que tanto en los estudios realizados en cohortes ocupacionales como aquellos efectuados en cohortes no ocupacionales recogen que la práctica físico-deportiva regular y controlada no sólo aporta beneficios a la salud, sino

que también previene las enfermedades cardiovasculares, especialmente el infarto de miocardio. Estos mismos autores relatan que el primer estudio en el que se utilizó una muestra de un colectivo laboral con la finalidad de relación del nivel de actividad física que requería su trabajo y la mortalidad por enfermedad coronaria fue publicado en 1953, y su autor Morris, llegó a observar a 110.000 empleados de los servicios de correos y de la compañía de autobuses de Londres. Después de este trabajo se publican numerosos trabajos dirigidos a colectivos laborales, tal y como se recoge en la Tabla 4.2.

Ya en los años setenta, se publican distintos trabajos con un diseño más riguroso con la finalidad de demostrar que el ejercicio físico se asociaba a menor incidencia de cardiopatía coronaria, siendo el más representativo el llevado a cabo con los estibadores del puerto de San Francisco por Paffenbarger en 1977 (Ferrer y Carrión, 2003). Prosiguen matizando estos autores que las investigaciones llevadas a cabo con sujetos sin relación laboral datan de los años ochenta (Tabla 4.3), fueron diseñados para investigar el riesgo coronario de alguna comunidad natural y para valorar distintos factores de riesgo o conjunto de ellos, y son precisamente estas investigaciones las que obtienen datos significativos, puesto que ponen de manifiesto que la práctica de alguna actividad física durante el tiempo libre protege contra la enfermedad coronaria. Relatan Ferrer y Carrión (2003) que “el estudio que

mejor defina la historia natural de la relación entre el ejercicio físico y salud cardiovascular es el que en 1984 publicó Paffenbarger y que describe la evolución de 16.936 alumnos de la universidad de Harvard, en relación con la aparición de la cardiopatía coronaria y el ejercicio que desarrollaron en la escuela y posteriormente en su vida cotidiana”, y aseguran que “el beneficio proporcionado por la práctica de una actividad física era un factor independiente de los otros factores de riesgo ligados al estilo de vida: consumo de tabaco, sobrepeso, tipo de alimentación, hipertensión o historia familiar de cardiopatía coronaria. El ejercicio apareció como inversamente relacionado con la mortalidad total, muerte por enfermedad cardiovascular o enfermedad respiratoria. La conclusión del estudio fue que el ejercicio físico practicado asiduamente, mejora la salud cardiovascular, el estilo de vida y la longevidad”.

**Tabla 4.3.** Relación de estudios realizados con colectivos sin relación laboral de los sujetos (Ferrer y Carrión, 2003).

Estudio	Autor	Año	Número
LRC.	Ekelun.	1988	4.276
MRFIT.	Leon.	1987	12.138
Oslo.	Mundal.	1987	2.014
Ferrovianos EEUU.	Slattery.	1989	3.043
Estudio belga.	Pekkanen.	1983	2.363

(Continúa)

**Tabla 4.2.** Relación de estudios realizados con colectivos laborales (Ferrer y Carrión, 2003).

Estudio	Autor	Año	Número
<i>London civil servants.</i>	Morris.	1953	110.000
Empleados autobuses Londres.	Morris.	1953 1962	31.000
Funcionarios Los Angeles.	Chapman.	1959	955
Empleados Bell Telephone.	Monteresen.	1959	75.000
Trabajadores FF CC EEUU.	Taylor.	1962	1.970
Residentes en Dakota del Norte.	Zukel.	1959	20.000
Empleados servicio público Chicago.	Stamler.	1960	784
Empleados correos Washington.	Kahn.	1963	1.664
Siete países yugoeslavos.	Keys.	1970	1.371
Ferrovianos italianos.	Menotti.	1979	172.459
Hombres de los kibbutz israelíes.	Brunner.	1974	5.229
Mujeres de los kibbutz israelíes.	Brunner.	1976	671
Residentes en Finlandia.	Punsar.	1976	671
Portuarios San Francisco.	Brand. Paffenbarger.	1979 1977	3.975

(Continuación)

Estudio	Autor	Año	Número
Hombres Finlandia.	Donahue.	1987	636
Estudio Honolulu.	Kannel. Palmieri.	1988	7.221 423
Estudio Framingham.	Kannel.	1986	4.121
Puerto Rico.		1979	8.838

### 3.2. Los cuestionarios de actividad física como una categoría dentro de los tests psicológicos

En muchas ocasiones vemos cómo en la literatura existente sobre la utilización de cuestionarios de actividad física existe una amalgama terminológica al respecto que puede llegar a resultar confusa para el lector. Cuando hablamos de obtener información de un sujeto de forma no invasiva (Tuero, 1998), muchas veces nos referimos a los tests psicológicos, como los instrumentos utilizados en todos los casos, sin embargo del mismo modo podríamos estar hablando de los cuestionarios, las encuestas, las entrevistas o los diarios, entre otros (Guillén y Márquez, 2005).

Según Beck (1979) un test psicológico es una situación problemática, previamente estudiada y ensa-

yada, a la que el sujeto debe responder siguiendo ciertas instrucciones. Este autor señala que el test “somete al ser humano a una prueba experimental con el fin de comprobar su comportamiento en una situación estando ésta, en principio, controlada desde el inicio hasta el final, es decir, que el que examina conoce y gradúa todas las componentes de la situación”. El mismo autor añade que sus respuestas se estiman “en calidad, índole o grado”, y que se comparan con las valoraciones dadas en un grupo normativo —muy representativo— cuyos resultados han sido estadísticamente clasificados. A continuación se muestra una clasificación (Figura 4.2), elaborada por Beck (1979), de los diferentes tipos de cuestionarios:

### 3.3. Clasificación de los cuestionarios

La utilización de cuestionarios en distintos tipos de poblaciones para determinar el nivel de actividad física se ha hecho recientemente desde una perspectiva estadístico-epidemiológica, principalmente en países como Estados Unidos o el Reino Unido (De Abajo *et al.*, 2001), y se han incorporado este tipo de instrumentos como un método más para obtener información acerca de la actividad física que se rea-

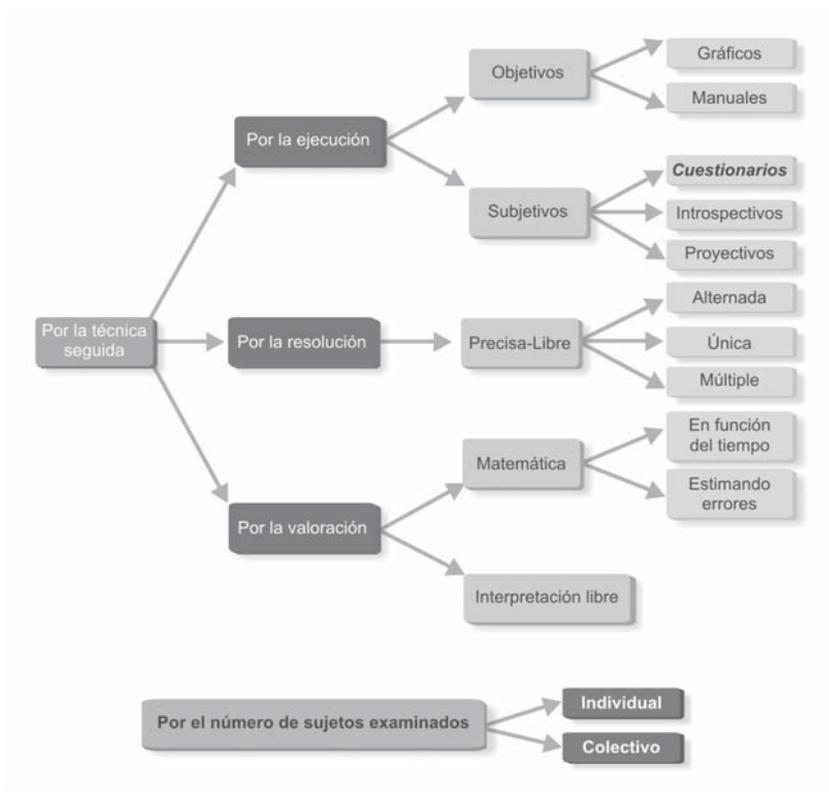


Figura 4.2. Instrumentos psicológicos de evaluación (adaptado de Beck, 1979).

liza. En este mismo orden de cosas, autores como Schuler *et al.* (2001), Elosúa *et al.* (2000), De Abajo *et al.* (2001), Schuit *et al.* (1997) o Bonnefoy *et al.* (1996), entre otros, señalan que los cuestionarios de actividad física son los instrumentos más apropiados y los más utilizados para conocer el nivel de actividad física en grandes poblaciones.

Los cuestionarios que actualmente se utilizan en trabajos de este tipo deben estar determinados por la naturaleza de la investigación. Así, tanto los modelos empleados como los procedimientos deben ser diferentes unos de otros tanto si lo que nos interesa es clasificar a los sujetos en niveles concretos de actividad física o por el contrario, nos interesa obtener valores reales del gasto energético que desempeña el sujeto (Starling *et al.*, 1999; Montoye *et al.*, 1996; Pols *et al.*, 1996). Aproximándose más a la segunda idea, Tuero *et al.* (2001) señalan que las actividades registradas nos sirven para estimar el gasto energético de la persona, ya que aquellas son transformadas en energía calórica a partir de tablas en las que se codifican las diferentes actividades. Asimismo se requiere que el cuestionario sea simple a la hora de administrarse, que no se emplee demasiado tiempo en completarlo, sin olvidar que tiene que reflejar aquello que buscamos en los sujetos, y sobre todo, que las respuestas sean lo más objetivas posibles para poder realizar interpretaciones correctas de los resultados (Montoye *et al.*, 1996).

A continuación describiremos los procedimientos de autoinforme más utilizados agrupados en cuatro tipos:

- a) Diarios.
- b) Cuestionarios de recuerdo de las actividades físicas.
- c) Cuestionarios sobre los antecedentes de las actividades físicas.
- d) Cuestionarios de orden general.

### 3.3.1. Diarios

El *diario* consiste en registrar, periódicamente, las actividades realizadas por el propio individuo. El diario está diseñado para ser cumplimentado por el mismo individuo. La recopilación puede realizarse cada minuto (Riumallo *et al.*, 1989) o cada cuatro horas (La Porte *et al.*, 1979), las actividades también pueden recopilarse detalladamente (Gorsky y Calloway, 1983) o agrupadas en grandes grupos de actividades (por ejemplo, moderadas, intensas, muy intensas)

(Durnin, 1967). Existen modelos establecidos previamente para efectuar la recopilación de estas actividades (Edholm, 1966; Bouchard *et al.*, 1983; Durnin y Passmore, 1967; Andersen *et al.*, 1978). Para facilitar la recogida de datos, en algunos casos, son utilizados símbolos (Andersen *et al.*, 1978; Collins, Spurr, 1990; Edholm, 1966). Otros estudios realizados con el método del diario, además de éste utilizan grabadores portátiles y electrocardiogramas (Blair, Buskirk, 1987), e incluso relojes que advierten al individuo de los periodos predeterminados en los que debe hacer la recogida de datos (Riumallo *et al.*, 1989).

El empleo de este método evita la figura del observador, de manera que pueden registrarse datos de muchos individuos simultáneamente. Según Boisvert *et al.* (1988), el método del diario se considera como un medio para obtener un índice muy preciso del gasto energético cotidiano cuando se compara con otros métodos, particularmente con la ingestión de calorías (métodos de medición de la dieta) y el de calorimetría indirecta (Edholm *et al.*, 1955; Acheson *et al.*, 1980).

En general, dan información detallada acerca de los tipos, intensidad y patrones de actividad realizados habitualmente durante el día, pero requieren más esfuerzo por parte del participante en el estudio y muchos recursos por parte del equipo investigador a la hora de interpretar los datos y de minimizar las dificultades cognitivas de tener que recordar actividades realizadas en el pasado. Debido a la intensidad del esfuerzo requerido sólo se utilizan durante periodos cortos de tiempo, normalmente de uno a siete días.

Alguno de los problemas que entraña el empleo de diarios son la recogida diaria de datos (la necesidad de ciertos niveles de constancia hacen que este método no se utilice con niños menores de diez años) y la objetividad de los individuos al efectuar la recopilación (se ha comprobado que los sujetos cuyo nivel de actividad física es bajo tienden a recoger intensidades superiores de las actividades que realizan en comparación con el resto de sujetos, o que existe una alteración de las actividades realizadas por el propio individuo "consciente" de que la recogida de datos se está realizando o va a ser realizada). Además, Boisvert *et al.* (1988) señalan que la utilización del diario resulta difícil para grandes muestras a causa de la estrecha colaboración que ha de existir entre los participantes y los investigadores. En el caso de los niños, se recoge igualmente lo que el niño hace a partir de la información proporcionada por el padre/madre o por un observador entrenado, requiriendo un gran

esfuerzo por parte de éste, ya que se ha de registrar cada 2-5 minutos exactamente lo que el niño hace en cada momento, alternando los periodos de observación en tres días diferentes para evitar posibles desviaciones de los resultados; por ejemplo, hay periodos dentro del horario escolar que implican a la fuerza inactividad, por lo cual podría ser difícil registrar el nivel de actividad, pudiendo ser más representativo realizar el registro los fines de semana. El registro es bastante simple, quizás sólo las cuatro categorías de sentado, de pie, andando, corriendo (describiendo cada opción en dos niveles, alto y bajo).

En cuanto a la validez del diario, se considera bastante bueno para estimar el gasto energético de los grupos, con un error no superior al 6% y rondando el 3%, pero con una tendencia a infravalorar el gasto de energía. Los errores individuales son importantes, de un 7% a un 8% de promedio, pero resultan bastante aceptables para muchos estudios. No parecen significativas las ventajas de la evaluación de los costes energéticos para actividades específicas en cada individuo en comparación con los valores de las tablas de costes de energía para esas actividades, sobre todo en pequeñas muestras; si bien no puede efectuarse esta afirmación en el caso de grandes poblaciones (Montoye *et al.*, 1996). Sin embargo, apenas existen estudios sobre la validación de este método en el caso de los niños.

### 3.3.2. Cuestionarios de recuerdo de las actividades físicas

Son aquellos con los que se puede obtener información sobre la actividad física realizada por los sujetos en un periodo comprendido entre uno y siete días (Miller *et al.*, 1994; Tuero, 1998). Según Tuero *et al.* (2001), este tipo de cuestionarios se caracteriza por:

- a) Periodo de recogida de datos de uno a siete días.
- b) Entrevista personal, por teléfono o enviada por correo.
- c) Se utilizan en estudios epidemiológicos.

Estos cuestionarios han sido los más utilizados en estudios epidemiológicos (Washburn y Montoye, 1986). A continuación describiremos brevemente los cuestionarios de recuerdo de las actividades físicas más significativos.

El cuestionario dirigido a los funcionarios británicos se utilizó en un estudio de enfermedades cardíacas realizado sobre los varones de este grupo basán-

dose en un cuestionario-entrevista que había sido elaborado por Yasin (1967). Se necesitaba una hora aproximadamente para efectuar la recogida de datos por un entrevistador. Los participantes debían recordar todas las actividades cuya duración mínima era cinco minutos durante dos días consecutivos (un día durante el transcurso de la semana y otro día del fin de semana). Las actividades a las que hacía referencia el cuestionario eran aquellas que ocupaban el tiempo libre. Las tareas se distribuían en cinco categorías en función de su intensidad de esfuerzo, y se les proporcionaba una puntuación de 1 a 5 para cada periodo de cinco minutos señalado. La puntuación cotidiana era la suma de los puntos acumulados en una jornada. Los participantes, entonces, eran asignados a uno de los tres grupos establecidos (activo, medio, inactivo).

Los resultados del cuestionario del estudio original (Yasin, 1967) administrado cuatro veces durante un año, mantenían una fidelidad adecuada comparando una vez con otra. En opinión de Montoye y Taylor (1984), la administración única de este cuestionario podría ofrecer una clasificación suficientemente precisa de los sujetos a lo largo de un año. En cuanto a la validez del cuestionario, en el estudio original (Yasin, 1967) el coeficiente de correlación era de 0,27 entre la medición del cuestionario/entrevista de actividad física (ocho días) y un registro del gasto calórico ponderado en 32 adultos varones. Para Boisvert *et al.* (1988), la validez no es patente puesto que el grupo de participantes más activo se distingue del menos activo a partir del nivel de actividad, el aporte calórico y la suma de los pliegues cutáneos según unas correlaciones bajas. Estos mismos autores consideran que este método conlleva ciertas lagunas, como es determinar una práctica habitual de actividades físicas a partir de un periodo de tiempo tan corto.

El cuestionario de Bouchard *et al.* (1983) recoge las actividades en una ficha para periodos consecutivos de quince minutos, durante tres días, uno de los cuales es fin de semana. La ficha se completa a medida que se realizan las actividades físicas durante el periodo concertado. El registro va de 1 a 9, correspondiendo a valores que van desde 1 MET a más de 7,8 MET (1 MET = 3,5 ml • kg<sup>-1</sup> min<sup>-1</sup>) acordados para cada periodo de actividad; estos registros se convierten seguidamente en kilocalorías según diversas fuentes de valores normalizados de gasto energético. La fidelidad del método se ha comprobado a través de la administración repetida del cuestionario a 61 personas; el coeficiente de correlación asociado al gasto energético medio a lo largo de los tres días era 0,96.

La categoría asociada a la intensidad más fuerte ha sido también la más fiable. Este cuestionario ha sido validado indirectamente con la capacidad aeróbica sobre el cicloergómetro y con el porcentaje de grasa en el caso de 150 adultos y 150 niños; la relación es débil pero significativa (Bouchard *et al.*, 1983). El método resulta adecuado para evaluar el gasto energético de una muestra extensa, a pesar de que la duración de su administración es un poco larga (Boisvert *et al.*, 1988).

El ya mencionado *cuestionario de Paffenbarger/alumnos de Harvard* fue diseñado por Paffenbarger *et al.* (1978) con el objetivo de estudiar los riesgos de crisis cardíaca en relación con la práctica de actividades físicas. El cuestionario trataba de delimitar el tipo y la duración de las actividades físicas habitualmente practicadas en el transcurso de una semana y durante el tiempo libre. Así, se realizaban preguntas concretas sobre los paseos realizados por la ciudad, el número de escaleras que se subían, el tiempo invertido en actividades que provocaban sudoración, los deportes y las actividades recreativas realizadas. El gasto energético también se evaluaba a partir de datos ya conocidos y era utilizado para establecer un índice global de actividad física. Este cuestionario ha sido utilizado efectivamente para ilustrar que la actividad física durante el tiempo libre es inversamente proporcional a la incidencia de diversas enfermedades, y en este sentido puede confirmarse su validez (Lee *et al.*, 1993; Paffenbarger, 1991, 1987, 1986, 1985, 1984, 1983, 1978).

El *cuestionario del proyecto de las cinco ciudades (Five City/7-Day Recall)* consiste en un recuerdo de la actividad realizada en los últimos siete días incluyendo la ocupación laboral, las actividades de tiempo libre y las actividades caseras. Se desarrolló originalmente en 1979 en Stanford para ser utilizado en el *Five-City Project* (Blair *et al.*, 1985; Sallis *et al.*, 1985). Se utilizó este instrumento porque los investigadores de Stanford consideraban que las actividades que se recuerdan de la semana precedente podría ser mejor que un recordatorio más general, y que un tiempo menor, de dos o tres días, procuraría estimaciones inestables de las actividades habituales). El participante era interrogado en el marco de una entrevista estructurada cuya duración estaba en torno a 20 minutos. Las preguntas realizadas eran relativas al número de horas de sueño y a la intensidad de diferentes actividades (moderado, intenso, muy intenso). El tiempo dedicado a las actividades de intensidad débil o ligera era sustraído a partir de la suma del resto de

actividades recopiladas durante 24 horas; la explicación de este aspecto radica en que la mayoría de los adultos en los países desarrollados gastan la mayor parte de sus días en desarrollar actividades ligeras, y poco tiempo en actividades moderadas, intensas y muy intensas, así que el participante necesitaba recordar sólo estas últimas (Montoye *et al.*, 1996).

Posteriormente, este cuestionario fue modificado ligeramente (Gross *et al.*, 1990; Sallis *et al.*, 1988). Los resultados, expresados en kcal., pueden ser considerados representativos del nivel de intensidad de los ejercicios practicados. Este cuestionario ha sido validado indirectamente con parámetros fisiológicos: los cambios de la capacidad aerobia, el porcentaje de grasa, el HDL y los triglicéridos (Blair *et al.*, 1985).

### 3.3.3. **Cuestionarios sobre los antecedentes de las actividades físicas**

O también conocidos por estar realizados sobre el historial de la actividad física de los sujetos: la diferencia con los anteriores radica en que con éstos se pretende evaluar la actividad física realizada en periodos largos de tiempo, generalmente en los últimos doce meses (Miller *et al.*, 1994; Tuero, 1998). Según Tuero *et al.* (2001) este tipo de cuestionarios se caracteriza por:

- a) Datos relativos a la actividad física realizada.
- b) Recogida de datos durante largos periodos de tiempo.
- c) Pueden ser autoadministrables o con la intervención de un entrevistador.
- d) Se utilizan en estudios epidemiológicos.

Seguidamente explicaremos los cuestionarios relevantes de este tipo.

El *cuestionario del Tecumseh*, citado anteriormente, se elaboró en 1967 con el objetivo de reconstituir durante el periodo de un año o más tiempo los antecedentes de las actividades físicas, incluyendo todas las fuentes significativas de gasto energético durante el trabajo y el tiempo libre (Montoye, 1971). El objetivo de este método se centraba en distribuir a sujetos de un colectivo en tres o cuatro grupos en función de su nivel medio de actividad física con el fin de confirmar las relaciones existentes entre la práctica de las actividades físicas y las enfermedades crónicas (Boisvert *et al.*, 1988). El cuestionario original era autoadministrado por el propio sujeto, pero finalmente tuvo que ser administrado por un entevista-

tador entrenado y experimentado debido a los errores aparecidos y al elevado número de preguntas incompletas (Montoye *et al.*, 1996). La entrevista tenía una duración de una a una hora y media.

Para Boisvert *et al.* (1988), la contribución más importante de este cuestionario radica en la creación de un sistema de recopilación objetivo y extremadamente fiable relativo a la duración, a la frecuencia y a la intensidad media de las actividades físicas practicadas. Los resultados de este cuestionario se expresan en horas por semana de práctica respecto a la actividad mantenida durante un año. El coste metabólico de las diferentes actividades se obtuvo a partir de datos bibliográficos, y representa la relación del gasto energético metabólico por encima del metabolismo basal.

Buskirk *et al.* (1971) trataron de verificar la validez de este método a través de un diario alimentario de siete días; cuando el aporte energético fue corregido en función del peso corporal, se estableció una relación significativa: los sujetos activos consumían 300 kcal por día más que los sujetos sedentarios. También se demostró que los sujetos más activos se diferenciaban de los sedentarios en función de diversas variables fisiológicas que se consideraban ligadas a la práctica regular de actividad física: los sujetos más activos tenían un porcentaje de grasa corporal menos elevado (Montoye *et al.*, 1976a), la presión arterial más débil (Montoye *et al.*, 1972), los lípidos sanguíneos más bajos (Montoye *et al.*, 1976b), el ácido úrico más bajo (Montoye *et al.*, 1976a) y mejor tolerancia a la glucosa (Montoye *et al.*, 1977) que los sedentarios.

Sin embargo, la práctica de actividad física no parece reflejar la capacidad física en un estudio realizado a cerca de 2.565 sujetos saludables, de edad media y relativamente sedentarios (Sobolski *et al.*, 1988). Washburn *et al.* (1986) consideran que este cuestionario permite clasificar a los individuos en función de su nivel medio de actividad física y que los resultados obtenidos se relacionan con variables fisiológicas, mientras que su duración y las dificultades de administración y de recopilación de resultados limitan su utilización a pequeñas muestras de población.

El cuestionario de la encuesta de condición física de Canadá (*L'Enquête condition physique Canada —ECPC—*) tendía a recoger estadísticas descriptivas fiables sobre los hábitos de actividad física (en el trabajo, la escuela, la casa y el tiempo libre) y sobre el nivel de condición física de la población canadiense (Craig *et al.*, 1988; Boisvert *et al.*, 1988). Este cuestionario estaba basado en el *Minnesota Leisure Time Physical Activity Questionnaire* (LTPA) que descri-

biremos más adelante, con la diferencia respecto a éste de su diseño “autoadministrable” por el propio participante. Las cuestiones trataban de describir en cuatro etapas un perfil detallado del tipo, la duración, la frecuencia y la intensidad de las actividades físicas practicadas, bien cotidianamente, bien en el transcurso de un mes una vez por semana o una vez a lo largo de dicho mes, o a lo largo del último año. Otras cuestiones trataban de conocer la actitud de los sujetos ante la actividad física y permitían definir una descripción de sus hábitos de vida (tabaquismo, alimentación, consumo del alcohol, sueño, salud mental, enfermedades). El cuestionario puede ser cumplimentado en menos de 25 minutos (Boisvert *et al.*, 1988). Parece ser que este cuestionario puede ser utilizado en el marco de estudios epidemiológicos para la obtención de informaciones descriptivas o para relacionar los resultados con factores de riesgo de las enfermedades. Sin embargo, no se han encontrado estudios que confirmen su validez y fiabilidad (Boisvert *et al.*, 1988).

Derivado del cuestionario de Tecumseh aparece el *Minnesota Leisure Time Physical Activity Questionnaire* (LTPA) o el *Cuestionario de actividad física en el tiempo libre de Minnesota*. El objetivo inicial de este cuestionario era desarrollar un formato para comprobar la hipótesis de que una práctica regular de actividad física producía un efecto acondicionante en el sistema cardiovascular como un mecanismo protector contra enfermedades coronarias, directamente o por la alteración de otros factores de riesgo (Taylor *et al.*, 1978). Consiste en un formato donde los sujetos indicaban las actividades —aproximadamente 60— que llevaban a cabo durante su tiempo libre a lo largo del año anterior.

Un entrevistador entrenado en aproximadamente 20 minutos recogía la información relativa a detalles sobre la duración media de la actividad, la frecuencia de ejecución y el número de meses al año en los que el individuo ejercitaba la actividad correspondiente. La intensidad de las actividades se indicaba a través de un código (I) sobre los valores ya publicados de  $VO_2$  correspondientes a cada actividad. Los resultados se obtenían a través del formato de un índice general de la actividad metabólica (en kcal/día), y distribuidos en tres categorías vinculadas a un nivel de intensidad: ligero, medio e intenso. Así, la categoría de actividad metabólica intensa correspondía a aquellas actividades que exigían al sujeto más de 6 MET, es decir, alrededor del 50% de su capacidad aeróbica (Taylor *et al.*, 1978). Las actividades consideradas como “ligeras”

eran aquellas cuyo código de intensidad (I) era 2,0, 2,5, 3,0, 3,5 y 4,0 MET; las “moderadas” tenían un código de intensidad de 4,5, 5,0 y 5,5, y las “intensas” igual o mayor de 6,0.

El índice metabólico de actividad, abreviado AMI, se obtenía a partir del número de meses (M) que el individuo realizaba la actividad a lo largo del año, el número medio de veces (F) que cada mes el participante realizaba dicha actividad y el tiempo empleado (T) cada vez en la ejecución. Así el AMI total resultaba del sumatorio de (IMFT) (como hemos citado anteriormente, los resultados se obtenían en kcal/día). Taylor *et al.* (1978) advirtieron que el cuestionario original excluía a las amas de casa, los niños y las culturas exteriores a América del Norte.

Taylor *et al.* (1978) trataron de validar el LTPA a través de una prueba de esfuerzo sobre tapiz ergométrico, si bien los resultados, como ellos mismos reconocen, no constituían una completa validación de este instrumento. Al concluir este estudio inicial, estos autores confirmaban la hipótesis de partida que indicaba que los sujetos que participaban en actividades de elevada intensidad tendrían mayor capacidad aeróbica, y que, por tanto, podrían estar protegidos, debido a su mayor participación en actividades intensas, frente al desarrollo de enfermedades coronarias futuras.

Jacobs *et al.* (1993) publicaron un estudio sobre la validación de diez cuestionarios entre los que se encontraba el LTPA revisado. Este estudio se denominó *Study of Activity, Fitness and Exercise* (SAFE) y su objetivo se centraba en una solicitud del Instituto Nacional de Salud estadounidense para organizar un sistema de referencia apropiado para evaluar los niveles de actividad física. La validación directa e indirecta se realizó a través de siete áreas: el consumo máximo de oxígeno en una cinta ergométrica, la capacidad vital, el porcentaje de grasa corporal, el historial de la actividad física durante cuatro semanas, el gasto energético utilizando un acelerómetro, el recuerdo de la actividad física (test-retest) y un dietario calórico. La muestra utilizada en este estudio estaba compuesta por 103 individuos, hombres y mujeres, de 20 a 59 años, de distintos niveles de práctica de actividad física y reclutados por un anuncio en la comunidad universitaria de Minnesota. Al finalizar el estudio SAFE, la muestra la constituían 78 individuos; el resto fueron abandonando su participación en el transcurso del trabajo. Centrándonos exclusivamente en el LTPA de Minnesota, además de

las tres intensidades de actividades ya citadas en el cuestionario original ligero, moderado e intenso, se incluían las actividades de la casa, la suma de estos cuatro grupos de intensidades (ligero, moderado, intenso y actividades de la casa) constituían un índice de actividad física total (la suma de las actividades de tiempo libre —con sus tres intensidades— más las actividades de la casa); los resultados de este índice se ofrecían en MET-min • d-1. La administración de este cuestionario se realizó durante doce meses, obteniendo el AMI al igual que en el cuestionario original, pero además se realizaba un cuestionario anual, con los cuatro tipos de intensidad, incluidas las actividades de la casa, cuya administración se llevó a cabo durante el primer mes y al cabo del año, como test-retest también con el objetivo de comprobar su validación. El coeficiente de correlación del LTPA respecto al test-retest, por intensidades de las actividades (total, ligera, moderada, alta y actividades de la casa) está entre 0,73 y 0,95, y respecto a los tests mensuales, las actividades moderadas con  $r = 0,32$  alteran los restantes coeficientes de correlación que están entre 0,60 y 0,71. Quizás otra de las conclusiones más significativas de este estudio hace referencia al empleo del  $VO_2$  máx y las medidas de los pliegues cutáneos como instrumentos de validación de los cuestionarios ya que los datos del estudio SAFE reflejan que ambos instrumentos validan, casi exclusivamente, las actividades de intensidad elevada, de ahí que sea necesario utilizar otros instrumentos de validación.

En otro estudio anterior, Folsom *et al.* (1986) habían utilizado el test-retest del cuestionario LTPA para comprobar su fiabilidad, confirmando ésta, pero concluyendo que para perfeccionar la valoración de la actividad física es necesario proseguir con investigaciones y estudios sobre la fiabilidad y la validez de instrumentos de este tipo. El LTPA también fue indirectamente validado por un test de esfuerzo progresivo sobre tapiz rodante en el caso de 175 hombres ( $r = 0,52$ ), considerando el tiempo total de esfuerzo durante el test (Taylor *et al.*, 1978). En otros estudios se obtuvieron correlaciones más débiles (Sobolski *et al.*, 1988), si bien Boisvert *et al.* (1988) indican que esto puede estar originado por las características de las muestras utilizadas.

### 3.3.4. Cuestionarios de orden general

En este tipo de cuestionarios las informaciones solicitadas son muy generales, relativas a la naturaleza misma de las actividades físicas o relativas a la

frecuencia de participación. Así, puede requerirse al sujeto que exprese cuántas veces realiza diferentes tipos de actividades y/o con qué intensidad, referidas a un periodo de tiempo variable, como puede ser un mes, un año o incluso a determinada edad (Tager *et al.* 1998). Según Tuero *et al.* (2001), este tipo de cuestionarios se caracterizan por:

- Información solicitada muy general.
- Estimación global y subjetiva del nivel habitual de actividad física.
- Se utilizan en estudios epidemiológicos.

Se puede obtener una estimación global y subjetiva del nivel de actividad física realizado habitualmente. Por consiguiente, el individuo puede proporcionar una impresión subjetiva de su práctica de actividades físicas o seleccionar él mismo la categoría de clasificación de su nivel medio de actividad (Boisvert *et al.*, 1988). Algunos de los cuestionarios de este tipo más significativos se reseñan a continuación.

El *cuestionario del plan de seguridad para la salud de Nueva York (Health Insurance Plan of New York Questionnaire)* fue puesto en práctica por Shapiro *et al.* en 1965 (Boisvert *et al.*, 1988). Se trata de un método “autoadministrable” que se puede responder en diez minutos aproximadamente. Evalúa las actividades físicas llevadas a cabo durante el trabajo y también durante el tiempo libre. Las cuestiones relativas al tiempo libre se agrupan en cuatro tipos: marcha, jardinería, trabajo alrededor de la casa y deportes. Las respuestas de participación ponderadas (frecuentemente, a veces, raramente) se suman con el fin de obtener un índice general de las actividades de tiempo libre. Así, los participantes se reparten en cuatro categorías (de muy activo a poco activo) en función del índice obtenido. Se sigue un método similar en cuanto a la obtención de datos sobre la actividad de trabajo en función de seis secciones: proporción de tiempo en posición de sentado y caminando, medio de transporte utilizado, número de horas de trabajo, objetos pesados que se transportan.

Respecto a estudios realizados para confirmar la validez y la fidelidad de este cuestionario, citamos a continuación alguno de los más significativos. El  $VO_2$  máx de hombres de edades comprendidas entre 45 y 54 años, clasificados por este cuestionario, fue estudiado por Hodgson en 1971; aparecía una diferencia entre el nivel de actividad extrema y el nivel de actividad de placer. El  $VO_2$  máx aumentó progresivamente de una categoría a otra para las actividades físicas relacionadas con el trabajo. Buskirk *et al.* (1971) esta-

blecieron una comparación entre el de Tecumseh y el de Shapiro con una muestra de empleados varones de la Universidad de Pennsylvania, los resultados de los dos cuestionarios se correlacionaron de la siguiente manera:  $r = 0,52$  para la actividad física en el trabajo,  $r = 0,37$  para las actividades físicas de tiempo libre y  $r = 0,49$  para la actividad física total. Estos coeficientes de correlación parecen indicar una débil correspondencia entre ambos cuestionarios.

El *cuestionario de Baecke*, caracterizado por ser corto y autoadministrable, fue llevado a la práctica en 1982 para controlar la práctica regular de actividad física de 306 ciudadanos alemanes cuya edad estaba comprendida entre 20 y 32 años (Baecke, Burema, Frýtters, 1982). El análisis distinguía tres componentes de la actividad física: el trabajo, el deporte y el tiempo libre excluyendo el deporte. Los individuos respondieron a una escala entre “nunca” (1 punto) y “frecuentemente” (5 puntos). En cuanto al índice asociado a la práctica deportiva se calculaba haciendo una suma de los productos de la intensidad de la actividad por el tiempo empleado, producto que era ponderado según la parte del año concertada para una actividad determinada. Originalmente este cuestionario se envió por correo y fue seguido de una entrevista en una clínica médica para esclarecer puntos oscuros.

En cuanto al *cuestionario de Framingham*, era realizado por un entrevistador que interrogaba sobre los hábitos de práctica de la actividad física en relación con las enfermedades coronarias. Los participantes en el estudio debían indicar el número de horas de sueño, en el trabajo y en actividades normales (Kannel y Sorlie, 1979). Se calculó un índice de la actividad física sumando el producto de las horas empleadas en cada uno de los cinco niveles de actividad (basal, sedentario, ligero, moderado e intenso) según un código basado en el oxígeno requerido para el nivel de actividad ocupacional. En un estudio de García-Palmieri *et al.* (1982) se ha analizado la validez y la fidelidad de este cuestionario en relación con las enfermedades coronarias. Kannel y Sorlie (1979) estudiaron el índice de actividad física de este cuestionario como un medio para prever la mortalidad debida a enfermedades coronarias, descartando otros factores de riesgo (la edad, la presión sistólica, el colesterol, la intolerancia a la glucosa y la hipertrofia del ventrículo izquierdo).

El *Honolulu Heart Program Study* (Yano *et al.*, 1984), que era una encuesta llevada a cabo a 7.705 japoneses de edad comprendida entre 45 y 68, años habitantes de Hawai, ha demostrado que el índice de

actividad física del cuestionario de Framingham permitía también prever enfermedades del corazón después de diez años de seguimiento médico. Boisvert *et al.* (1988) opinan que este cuestionario permite clasificar a los sujetos en función de su nivel de actividad física con la ayuda de un índice, pero es necesario obtener nuevas informaciones respecto a su validez y fidelidad.

Chisholm *et al.* (1975) llevaron a cabo una investigación con 1.253 adultos y confeccionaron un listado de 19 preguntas para su autoadministración por los participantes que validaron con un reconocimiento médico (exploración física, medición de la tensión arterial de reposo, registro electrocardiográfico de reposo y de esfuerzo). A partir de este estudio surgió el breve cuestionario autoadministrable *Physical Activity Readiness Questionnaire*, también conocido como PAR-Q, que incluía las siete preguntas que resultaron más efectivas para identificar a los individuos que necesitaban un reconocimiento médico antes de realizar una prueba de esfuerzo (Rodríguez, 1994). En estudios posteriores el PAR-Q fue utilizado para valorar la condición física, además de ser un instrumento para llevar a cabo un cribado de los participantes en programas de ejercicio físico. Además de estas utilidades, Rodríguez (1994) indica que en Ontario (Canadá) este cuestionario se recomendó como un procedimiento mínimo estándar antes de iniciar programas de actividad física de baja a moderada intensidad, y en Cataluña (España) fue sugerido al personal sanitario de atención primaria como procedimiento inicial de cribado para identificar a aquellas personas que necesitaban una valoración médica más detallada. El PAR-Q fue revisado tratando de evitar algunos inconvenientes surgidos y buscando más especificidad, y finalmente se adoptó el cuestionario revisado rPAR-Q. En Cataluña se ha presentado una versión de este cuestionario denominada *Cuestionario de aptitud para la actividad física (C-AAF)*, basada en la versión revisada del PAR-Q. N.

La utilidad de este cuestionario radica en su valía a la hora de prescribir el ejercicio físico en individuos interesados en programas de actividad física, si bien no es posible establecer un perfil o índice de la actividad física diaria.

La forma de administrar los distintos tipos de cuestionarios de actividad física puede ser muy diversa. Una de ellas puede ser mediante la “autoadministración” del instrumento en la que el sujeto no necesita de ningún tipo de asistencia por otra persona. Este tipo de cuestionarios pueden ser enviados por correo pos-

tal, por correo electrónico o entregado directamente en persona. Una vez hecho esto, el propio individuo se basta para responder todas las preguntas; si bien, puede contar con información complementaria que le facilite su labor. Estaríamos hablando, por tanto, de un *cuestionario autoadministrado* (Tager *et al.* 1998; Harada *et al.* 2001; Washburn *et al.*, 1993). Otra forma de hacerlo es por medio de un encuestador, el cual prepara el instrumento y lo administra formulando una serie de preguntas por teléfono o en persona, las cuales se registran en papel o a través de grabación de voz. En este caso estaríamos hablando de una Entrevista (Montoye *et al.*, 1996; Washburn *et al.*, 1993; Tuero, 1998).

#### 4. CONSIDERACIONES GENERALES EN EL USO DE MÉTODOS DE VALORACIÓN DE LA ACTIVIDAD FÍSICA

Montorio (1994), Montoye *et al.* (1996) y De Abajo *et al.* (2001), entre otros autores, coinciden en señalar que a la hora de elegir un tipo de cuestionario u otro deben tenerse en cuenta una serie de aspectos metodológicos. En la Tabla 4.4 se presentan algunos de los más relevantes:

**Tabla 4.4.** Consideraciones metodológicas en la elección de un cuestionario.

Consideraciones metodológicas
Al diseñar cuestionarios debe tenerse en cuenta el nivel socioeconómico y educativo de los sujetos.
Cuando la gente alcanza su jubilación dispone de mucho tiempo libre, por lo que empiezan a cobrar mucha importancia actividades de ocio y tiempo libre que deben tenerse en cuenta, como las tareas del hogar, jardinería, paseos... Hay que resaltar que sólo una pequeña minoría de los sujetos serán quienes se involucren en actividades intensas, como es el caso de los deportes.
El cuestionario oral es el mejor instrumento para ser administrado.
Al emplear los métodos orales de administración, las cuestiones deben ser formuladas por entrevistadores entrenados con el fin de hacer recordar a los sujetos con mayor exactitud las actividades que peor se recuerdan, que son las de menor intensidad —actividades de la vida cotidiana—.
Si es necesaria la presencia del observador, también es necesario que éste no condicione las respuestas del sujeto.

(Continúa)

(Continuación)

Consideraciones metodológicas
En el caso de las personas mayores lo más habitual es encontrarse sujetos que presenten un gran número de limitaciones físicas, así como alteraciones médicas que limitan considerablemente la práctica de actividad física. Este hecho también debe conocerse cuando se administre un cuestionario.
Es conveniente tener claro si necesitamos transformar los datos obtenidos con el cuestionario a valores de consumo energético, ya que generalmente se hace según patrones calóricos fijados para poblaciones más jóvenes. Los ancianos alcanzan antes el máximo desempeño y en unas intensidades más bajas, por lo que los ajustes se hacen necesarios.
A la hora de emplear un sistema de puntuación se debería tener en cuenta que las variables que pueden situarse en un nivel más alto, son aquellas en las que los sujetos no necesitan ayuda de otras personas para realizar sus actividades. Es decir, deberían valorarse más las situaciones en las que los sujetos se ayudan de elementos materiales —de forma independiente y autónoma por ellos mismos— que las situaciones en las que requieran de ayuda humana.
A la hora de presentar los diferentes elementos de la escala, éstos deben ser sencillos, claros y concretos. Eso sí, sin ser tan extremadamente rígidos que no se puedan comprender.
Tener en cuenta que puede haber sujetos que siendo capaces de realizar ciertas actividades por ellos mismos, no se les permite por requisitos burocráticos, como puede ocurrir en hospitales o residencias. En este caso se le puede pedir al sujeto que demuestre la habilidad —el ítem— evaluada si lo que nos interesa es realizar programas de entrenamiento de actividades cotidianas o de cualquier otro tipo.

La utilización de cuestionarios de actividad física tiene sin embargo importantes limitaciones cuando son utilizados con ancianos. Probablemente uno de los inconvenientes más importantes a la hora de utilizar cuestionarios de actividad física con ancianos es que la mayoría de los instrumentos que se emplean son ideados y validados en adultos jóvenes, generalmente del sexo masculino (Harada *et al.*, 2001; Montorio, 1994; Dipietro *et al.*, 1993). Este tipo de individuos realizan actividades de tipo más intenso, y desempeñan un gasto energético mayor que los ancianos (Harada *et al.*, 2001), los cuales, según Tager *et al.* (1998), Washburn *et al.* (1993) y Jacobs *et al.* (1993), se implican más en actividades de la vida cotidiana. Montorio (1994) habla de las actividades de la vida cotidiana como un conjunto de actividades cuya realización es necesaria para el cuidado personal y el mantenimiento de una vida independiente. Por lo tanto, no estamos hablando de actividades de tipo deportivo o de naturaleza altamente condicional las que, salvo excepciones, realizan las personas mayores, sino de actividades diarias y necesarias en

la mayoría de los casos, o de actividades habituales de tipo lúdico que realicen en su tiempo libre, como pasear, diferentes tipo de juegos... (Montoye *et al.*, 1996; Montorio, 1994; Ministerio de Asuntos Sociales, 1990).

Los cuestionarios que se diseñan siguiendo los patrones de la población joven o de mediana edad resultan inadaptados a las características de la población anciana. Este hecho no sólo es exclusivo en cuanto a la naturaleza de las actividades físicas o del gasto energético, sino también en cuanto a la tipología de los cuestionarios —como ya se ha señalado—, en la condición social y económica de los sujetos, y en su nivel educativo (Montoye *et al.*, 1996; Voorrips *et al.*, 1991). En muchos casos lo que se hace es adaptar algunos de los cuestionarios existentes a los ancianos (Young *et al.*, 2001; Miller *et al.*, 1994; Voorrips *et al.*, 1991), sin embargo existen muy pocos que, teniendo en cuenta las características del envejecimiento y las consecuencias asociadas, se hayan diseñado y aplicado en la población anciana de forma específica (Harada *et al.*, 2001).

Otra gran limitación se deriva de los trastornos típicos de la vejez, como es la pérdida de memoria a corto plazo, la pérdida de visión, dificultad en la escritura,... Todos estos motivos hacen que las personas mayores tengan dificultades en recordar las actividades que realizan en periodos de tiempo relativamente largos, o que algunas de las formas de administración no se pueda llegar a realizar (Harada *et al.*, 2001; Washburn *et al.*, 1993; Voorrips *et al.*, 1991). Muchos sujetos tienen dificultades a la hora de determinar la intensidad de ciertas actividades, cuyo resultado o consecución dependen del esfuerzo empleado. Por esta razón se busca información tomando como referencia la sudoración o el jadeo de la persona cuando realiza las diferentes actividades. Parece evidente que las actividades intensas son recordadas con una mayor exactitud que las que son más suaves. Muchas veces, el empleo de escalas subjetivas, como el modelo de Borj, podrían mejorar muchos de los cuestionarios que se utilizan (Montoye *et al.*, 1996). Además, los datos acerca de la actividad física deben convertirse en gasto energético, debe hacerse mediante tablas publicadas ideadas en la mayoría de los casos a partir de sujetos varones y jóvenes que, como hemos dicho, no representan las características de la población anciana (Montoye *et al.*, 1996).

## 5. VENTAJAS EN EL USO DE LOS CUESTIONARIOS

---

Dipietro *et al.* (1993), Montoye *et al.* (1996) y Washburn *et al.* (1999), entre otros autores, destacan una serie de ventajas a la hora de emplear cuestionarios de actividad física en la población anciana. Hemos estimado oportuno resaltar las siguientes:

1. El uso de cuestionarios es mucho más barato, más práctico y más fácil a la hora de utilizarlos como instrumento de medida.
2. El cuestionario es el único método viable para evaluar grandes poblaciones.
3. Pueden identificarse actividades concretas junto con su duración y su frecuencia.
4. El procedimiento empleado no influye en la actividad que será evaluada.
5. Empleando tablas adecuadas en las que se reflejan valores estandarizados del gasto energético

es posible estimar el gasto energético total del individuo.

6. Pueden emplearse con sujetos de diferentes rangos de edad.
7. Muchas personas disfrutan recordando su pasado o relatando las actividades que realizan habitualmente al responder las diferentes cuestiones que se les plantean.

Actualmente la mayoría de las investigaciones que utilizan cuestionarios de actividad física se centran en el estudio de la validez y fiabilidad de los propios instrumentos, motivado por la continua adaptación que están teniendo estos métodos en los diferentes contextos donde se utilizan, debido a los diferentes tipos de poblaciones en donde se administran y a los diferentes criterios que se utilizan para testar su validez.

## **PARTE II**

---

# **ASPECTOS PSICOSOCIALES DE LA ACTIVIDAD FÍSICA COMO ELEMENTO DE SALUD**



# Actividad física y bienestar subjetivo

Sara Márquez Rosa y René González Boto

## OBJETIVOS

- Conocer qué significa el bienestar subjetivo desde el ámbito de la práctica de actividad física.
- Realizar una aproximación a la evaluación del bienestar subjetivo a través de algunos de los métodos empleados y hallazgos encontrados.
- Examinar los beneficios percibidos de la actividad física para la salud psicológica y el bienestar.
- Delimitar conceptualmente la calidad de vida y establecer sus características, procedimientos e instrumentos de evaluación de la calidad de vida.
- Definir autoconcepto, autoestima y autoeficacia.
- Determinar cuál es la relación que existe entre la práctica de ejercicio físico, el autoconcepto, la autoestima y la autoeficacia a partir de los estudios realizados.

## 1. INTRODUCCIÓN

Cada vez existe más evidencia científica acerca de los efectos beneficiosos de la actividad física y el ejercicio, tanto desde el punto de vista físico como psicológico, considerando a la actividad física como una parte importante de un estilo de vida saludable. En diferentes estudios clínicos y observacionales o de intervención se ha indicado que existe cierta relación entre ejercicio físico y salud psicológica, siendo ésta bastante compleja de estudiar. Diversos estudios han puesto de manifiesto que la práctica regular de actividad física produce un aumento de la autoconfianza, sensación de bienestar y mejora del funcionamiento cognitivo.

Revisando la literatura existente en los últimos años, psicólogos procedentes de distintos países han examinado ciertos aspectos que relacionan la actividad física con el bienestar psicológico, como, por ejemplo, su impacto sobre la salud mental, la calidad de vida, la mejora de los estados emocionales y de los estados de ánimo, la mejora del autoconcepto o el incremento de la propia autoeficacia, así como los descensos en los niveles de ansiedad, depresión y

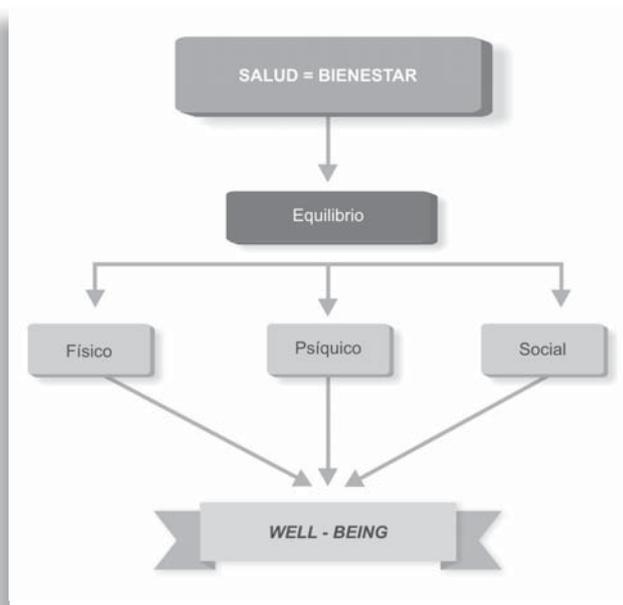
estrés, en una amplia variedad de poblaciones, sobre todo no clínicas. Como resultado, existen cada vez más estudios que han identificado una posible relación entre actividad física y salud psicológica, pero a la vez también ha surgido cierta especulación acerca de los mecanismos causales de tal fenómeno.

## 2. EL BIENESTAR SUBJETIVO

### 2.1. Aproximación conceptual

Una de las principales dificultades surgidas para comprender la posible relación entre actividad física y el bienestar en general, o el bienestar psicológico o psicosocial, es la falta de definiciones precisas de los diferentes términos que se emplean. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), se define el *estado del bienestar* como aquél en el que se produce un equilibrio entre la dimensión física, psíquica y social del individuo (Figura 5.1) (Meléndez, 2000). En este sentido, Okun y Stock (1987) se refieren al estado del bienestar como un continuo dinámico de la experiencia subjetiva de la vida del individuo sustentado en el

equilibrio entre lo positivo y lo negativo de su existencia. Se podría añadir que los estudiosos del bienestar psicológico piensan que los indicadores sociales por sí solos no pueden definir la calidad de vida (Diener *et al.*, 1999). Sánchez-Bañuelos (1996), desde una vertiente más psicológica, señala que este concepto se asocia con una variada serie de parámetros, algunos de carácter muy general, como la sensación subjetiva del bienestar o de satisfacción con la vida; y otros de un carácter más concreto como pueden ser los estados de ánimo y el nivel de ansiedad. La salud no es sólo el buen funcionamiento orgánico, ni el éxito social, ni cualquier otro estado positivo aislado del individuo. Es más bien una combinación de todos ellos. El enfoque holístico del concepto de salud vislumbra las dimensiones físicas, mentales, sociales, emocionales y espirituales de manera interdependiente e integradas en el ser humano, el cual funciona como una entidad completa en relación al mundo que le rodea (Gordon *et al.*, 1999; Hahn y Payne, 1999). El *modelo holístico* abarca aspectos fisiológicos, mentales, emocionales, sociales y ambientales (individuales/comunitarios). Enfatiza que cada persona tiene la capacidad y la responsabilidad de optimizar su sentimiento de bienestar y de promover y mantener la salud. Lo relevante de la nueva concepción de salud: aceptación de que en el estado de salud están implicados factores personales, grupales, sociales y culturales que son determinantes, tanto en el origen como en el mantenimiento, evolución y pronóstico del proceso de enfermar.



**Figura 5.1.** Esquema del “estado del bienestar” (adaptado de Meléndez, 2000).

*Calidad de vida, bienestar subjetivo, satisfacción vital, bienestar social* son todos ellos por tanto términos que se relacionan con cierta frecuencia, por lo que es necesaria la clarificación del concepto como científicamente válido y mejores instrumentos para medirlo. Aunque intuitivamente podemos saber lo que el término significa, existen dificultades asociadas a la hora de operacionalizar los conceptos para realizar su medición. En la actualidad sigue la controversia, aunque se han alcanzado algunos puntos de consenso, y parece razonable asumir que tanto la salud como el bienestar se basan en procesos fisiológicos, psicológicos y sociales, y en cómo los experimentan los sujetos. La complejidad de la naturaleza interrelacionada de estos procesos dificulta separar las dimensiones específicas para establecer relaciones con la actividad física.

El concepto de bienestar juega un papel primordial en las teorías sobre la personalidad, proporcionando una línea base desde la que abordar los trastornos psicopatológicos por parte de los especialistas. Como tópico en sí mismo, se refiere a las actitudes y comportamientos que mejoran la calidad de vida y nos ayudan a llegar a un estado de salud óptima (Donatell *et al.*, 1999), por tanto tendría una dimensión básica y general que es subjetiva y estaría compuesta por otras dos dimensiones: una centrada en los aspectos afectivos-emocionales (estados de ánimo del sujeto) y otra centrada en los aspectos cognitivos (evaluación por parte del propio sujeto de su satisfacción con la vida). En definitiva, el bienestar psicológico es un amplio conjunto de factores que incluyen las reacciones emocionales de las personas y los juicios globales de satisfacción personal con la vida de cada uno. Es un proceso activo dirigido a mejorar nuestro estilo de vida en sus diversos aspectos: calidad de vida, funcionamiento eficiente, capacidad para ejecutar de forma productiva y a niveles satisfactorios.

Aunque a menudo se ha equiparado el término bienestar con el de salud mental, en la actualidad la mayoría de los investigadores consideran que el término bienestar implica un énfasis en la percepción del individuo o sentido global del yo, grupos o comunidad. El término implica que hay más salud que la ausencia de trastorno o enfermedad. Por otra parte, la salud psicosocial se considera como un término muy amplio y holístico, que incluye dimensiones mentales o psicológicas, y sociales o interpersonales, así como la interrelación entre todas ellas. Se ha utilizado con cierta frecuencia el término “salud emocional” para hacer referencia a las dimensiones

psicológicas y sociales y así poder distinguir entre salud mental y bienestar mental.

Por tanto, el bienestar ha de considerarse como un fenómeno multidimensional determinado por la experiencia subjetiva, que visto así se podría comprender su importante papel en la salud. Sin embargo, aunque la salud puede contribuir a tener niveles elevados de bienestar, la salud o la ausencia de ella no implica necesariamente un bienestar general, lo que significa que se puede experimentar bienestar, independientemente de que el sujeto se encuentre enfermo o saludable. Se considera que tiene cuatro componentes generales: a) bienestar emocional (estado y rasgo de ansiedad, estrés, tensión, depresión enfado, confusión, energía vigor, fatiga y optimismo); b) autopercepciones (autoeficacia, autoestima, autoconcepto, imagen corporal, forma física percibida, sentimiento de maestría y locus de control); c) bienestar físico (dolor y percepción de síntomas físicos), y d) percepciones globales tales como la satisfacción con la vida y el bienestar global. Se trataría de un concepto teórico que incluiría las ideas de contento y felicidad. Pero incluso esta definición no es completa, ya que deja abierta la cuestión de qué es el contento o la felicidad. El contento puede ser definido como la propia satisfacción con la situación de uno. Definiciones más formales se han dado en el caso de la felicidad, que puede ser considerada como el grado de optimismo acerca de la propia vida y de lo que va a ser en el futuro. La felicidad es una evaluación afectivamente orientada del bienestar que refleja la preponderancia de los sentimientos positivos sobre los negativos (Diener, 1984).

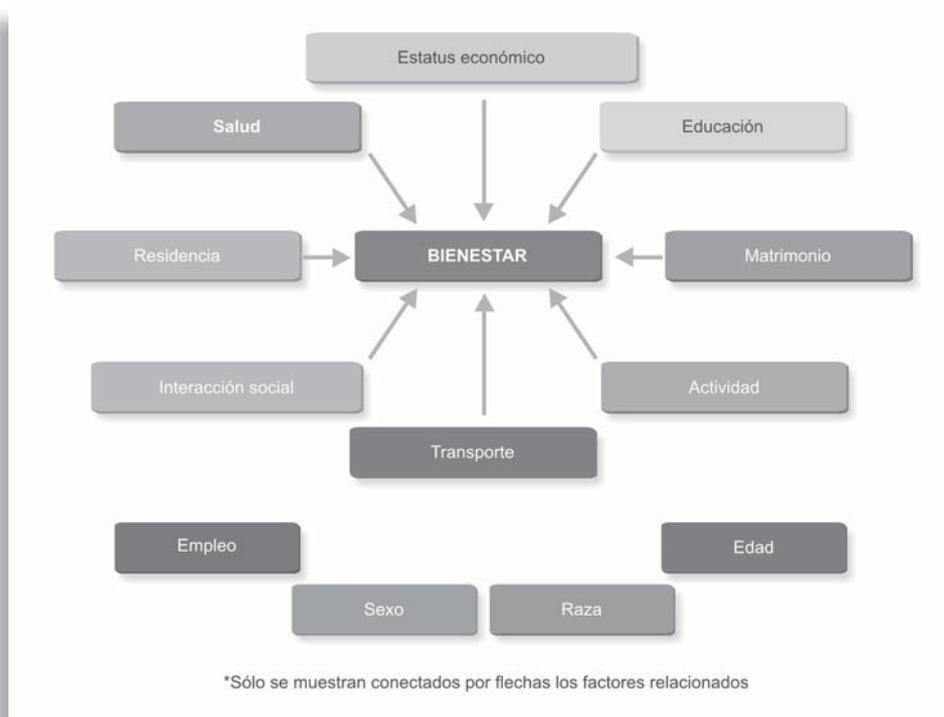
El bienestar subjetivo está muy relacionado con sentimientos de satisfacción con la vida, la familia y el trabajo, de tal manera que es difícil separarlos (Figura 5.2). La *satisfacción con la vida* hace referencia al grado de contento de un individuo con respecto a cómo se ha desarrollado su vida. En general, se define como una valoración global que la persona hace con su vida, comparando lo que ha conseguido con sus logros, con lo que esperaba obtener, sus expectativas. Los estudios realizados en el ámbito de la Psicología desde un punto de vista conceptual y con finalidades teóricas, han relacionado la satisfacción con la vida con variables psicológicas como la extraversión, la introversión, el neuroticismo, la autoestima, la euforia, la disforia, la sociabilidad y los sentimientos de soledad y felicidad (Atienza, 2000).

Rejeski y Mihalko's (2001) afirmaron que una mayor satisfacción con la vida no depende únicamente de la mejora del funcionamiento diario y la eficacia, ya

que hay gente en general que, aún admitiendo que tienen un funcionamiento físico limitado, aun así, mostrarse satisfecho con su vida en general. Consecuentemente, aquellas personas mayores que dan poca importancia a su funcionamiento físico pueden expresar más satisfacción con su estado funcional que aquellos otros que también tienen limitaciones funcionales pero que dan una gran importancia a este aspecto. Por tanto, la ausencia de los efectos del ejercicio con respecto a la satisfacción con la vida en poblaciones sin trastornos clínicos puede deberse a un alto nivel de satisfacción con la vida y también a una falta de sensibilidad ante los pequeños cambios en los instrumentos utilizados para medir el grado de satisfacción con la vida. Los estudios sobre la satisfacción con la vida se han situado mayoritariamente en el contexto general de la investigación sobre el bienestar subjetivo y sus componentes claramente diferenciados, y que han seguido líneas de investigación paralelas: por un lado, los juicios cognitivos sobre satisfacción con la vida, y por otro, las evaluaciones afectivas sobre el humor y las emociones (Diener y Lucas, 1999).

Las investigaciones sobre el bienestar subjetivo han ido evolucionando y el principal interés de los investigadores ha sido discernir aquellas variables que mejoran o perjudican el bienestar psicológico de una población específica mediante la utilización de medidas ya existentes; en estos estudios el bienestar se considera el resultado de una medida particular o conjunto de medidas. Al principio se centraban en correlacionar el bienestar con características sociodemográficas tales como edad, sexo, salud, etc, utilizando los mismos métodos que se utilizaban para investigar sobre la enfermedad. En la actualidad están más enfocadas a conocer los procesos que subyacen al bienestar utilizando cada vez métodos más precisos.

Considerando todo lo expuesto con anterioridad y de acuerdo con diversos autores (Diener *et al.*, 1999), el bienestar es un área general de interés científico y no una estructura específica que incluye las respuestas emocionales de las personas y los juicios globales de satisfacción con la vida acordes a sus propios criterios. Así, el término se refiere a lo que las personas piensan y sienten acerca de sus vidas y a las conclusiones cognoscitivas y afectivas a las que llegan cuando evalúan su existencia. Lo central sería entonces la propia evaluación que la persona hace de su vida.



**Figura 5.2.** Factores relacionados con el bienestar subjetivo.

## 2.2. Teorías explicativas

El examen de una posible relación entre actividad física y salud psicosocial ha contribuido al desarrollo de diferentes modelos teóricos para mejorar la comprensión de lo que es el bienestar, aunque en ocasiones se ha obviado la contribución social y cultural de la actividad física. Muchas perspectivas, modelos y constructos han sido desarrollados en un intento de conocer lo más exactamente posible la naturaleza y las dimensiones del bienestar psicológico. Se ha despertado un considerable interés entre los científicos por conocer la naturaleza y los factores determinantes del bienestar para establecer si existe un bienestar psicológico general constatable empíricamente. Esto ha dado lugar a que el tema del bienestar psicológico no cuente con una única teoría explicativa, sino que existen varios modelos teóricos que enfatizan diferentes aspectos. Desde esta perspectiva han surgido diferentes teorías de la personalidad en línea con las diferencias individuales, sin embargo no existe una única teoría universalmente aceptada acerca de la naturaleza del funcionamiento psicológico óptimo o bienestar, ya que hasta la fecha no hay evidencia teórica para la explicación o predicción del bienestar psicológico y su evaluación empírica.

En la literatura se expresa de una manera clara la necesidad de más trabajos teóricos y empíricos sobre

el bienestar psicológico. Se han presentado muchos constructos específicos que se utilizan para la conceptualización de la esencia del bienestar psicológico, es decir, como indicadores del mismo y de los procesos implicados, por ejemplo se citan los siguientes: el constructo del *sentido de la coherencia*, la *autoeficacia*, la *satisfacción con la vida*, el *optimismo disposicional*, el *pensamiento constructivo*, la *inteligencia emocional*, el *enfrentamiento*, el *apoyo social*, la *orientación hacia la realidad*... Todos ellos han surgido a partir de diferentes orientaciones teóricas y observaciones empíricas y no se ha determinado con claridad en qué medida se refieren o no a los mismos o a diferentes aspectos de la percepción, la experiencia, la conducta, las actitudes o el funcionamiento cognitivo en relación con el bienestar psicológico. Tampoco está del todo claro si se pueden presentar diferencias individuales en función de la edad, el género o la pertenencia a distintas culturas.

La *teoría de la autodeterminación* propuesta por Ryan y Deci (2000) afirma que las personas pueden ser proactivas y comprometidas o bien inactivas, y que ello dependería en gran medida de la condición social en la que se desarrollan y funcionan. Los seres humanos tendrían ciertas necesidades psicológicas innatas que serían la base de una personalidad automotivada e integrada y además los ambientes sociales fomentarían o dificultarían estos procesos positivos. Los contex-

tos sociales que no proporcionan apoyos para cubrir las necesidades psicológicas de los sujetos contribuirían por tanto a la enfermedad del individuo. Estas necesidades psicológicas básicas, universales e innatas serían tres: sentirse competente, tener autonomía y relaciones interpersonales. La consecución de ellas sería clave para el bienestar subjetivo y el desarrollo social. Según esta teoría la motivación hacia el ejercicio se modifica con el paso del tiempo, sugiriendo que la relación entre motivos para la realización de ejercicio y bienestar psicológico pueden estar estrechamente relacionados. Así, sería posible predecir que la relación entre bienestar psicológico difiere según que los motivos de la gente para hacer ejercicio sean intrínsecos o extrínsecos, permitiendo distinguir entre individuos implicados por poco o mucho tiempo. Por consiguiente, la relación entre motivos intrínsecos y bienestar psicológico puede llegar a ser más aparente entre aquellos individuos que llevan haciendo ejercicio un periodo prolongado de tiempo (seis meses o más tiempo). De forma similar, la relación entre motivos extrínsecos y un menor bienestar psicológico será más aparente en individuos que han estado haciendo ejercicio durante un periodo corto de tiempo (menos de seis meses). Estos resultados coinciden con los encontrados por otros autores (Markland y Ingledew, 1997), que han concluido que los motivos extrínsecos se encuentran relacionados con un menor bienestar psicológico, mientras que la motivación extrínseca hacia el ejercicio se acompaña de un mayor bienestar psicológico. Igualmente, los presentes hallazgos dan un apoyo sustancial a la teoría de la autodeterminación de Ryan y Deci (2000), que sostienen que la motivación de los sujetos hacia el ejercicio cambia con el tiempo de extrínseca a intrínseca. Desde este punto de vista se asumiría que el cambio en el tiempo es causal, los motivos intrínsecos hacia el ejercicio producirían un mayor bienestar psicológico. Actualmente, en algunas investigaciones se propone una relación más integrada en la que se producen interacciones entre los motivos hacia el ejercicio y el bienestar psicológico, a través del refuerzo de sentimientos positivos que se producirían mediante la realización de ejercicio, por lo que sería aconsejable para investigaciones futuras la realización de más investigaciones utilizando datos longitudinales. En definitiva, la mayoría de los investigadores están de acuerdo en que la teoría de la autodeterminación es válida para comprender la relación entre motivación hacia el ejercicio y bienestar psicológico (Maltby y Day, 2001).

El *modelo multidimensional del bienestar psicológico* (Ryff y Kelles, 1995) propone que el funcionamiento psicológico estaría conformado por una estructura de seis factores: autoaceptación, crecimiento personal, propósitos de vida, relaciones positivas con otros, dominio del medio ambiental y autonomía. Sugieren que el significado o la experiencia subjetiva del bienestar cambian a lo largo de la vida y que depende en parte de las buenas relaciones con los otros, como han mencionado en las investigaciones realizadas con hombres y mujeres de distintas edades.

El *modelo de acercamiento a la meta* tiene en cuenta las diferencias individuales y los cambios de desarrollo en los marcadores del bienestar. Este modelo plantea que los marcadores del bienestar varían en los individuos dependiendo de sus metas y valores (Oishi, 2000). La premisa fundamental es que la gente gana y mantiene su bienestar principalmente en el área que ellos consideran importante, y en la medida en que los individuos difieren en sus metas y valores, también lo harán en sus fuentes de satisfacción. Diener y Fujita (1995) investigaron acerca de una serie de índices que asociaron al bienestar (dinero, apoyo familiar, habilidades sociales, funcionamiento cognitivo) y concluyeron que las personas escogen metas personales para las que creen tener recursos suficientes, y que si los sujetos no lo creen así cambien las metas. Por tanto el modelo postula que las personas logran a menudo su bienestar psicológico emparejando sus metas con los recursos que ellos poseen, y que esto depende de las diferentes culturas y de los valores imperantes.

### 2.3. Medición del bienestar subjetivo

La sensación de bienestar es algo muy personal. Por tanto, los sentimientos de bienestar que los sujetos tienen deben ser descubiertos a través de autoinformes. La única forma de saber cómo se sienten las personas es preguntándoles. Cuando se aborda su medición se hace generalmente referencia a un “bienestar expresado” o a un “bienestar subjetivo”, ya que es un sentimiento emocional, es personal, relativamente transitorio y puede verse influido por factores ambientales. Estos instrumentos son difíciles de validar y sus fiabilidades son bajas en comparación con aquellos tests que miden atributos físicos. En ellos se pide a los sujetos que se sitúen en el punto de la escala indicativo de su grado o nivel de felicidad. O incluso se les llega a pedir que elijan una cara que representa

cómo se sienten habitualmente entre un conjunto de caras ordenadas que van desde una muy triste hasta una muy sonriente; también se utilizan cuestiones similares para evaluar los sentimientos de bienestar de la gente sobre diferentes aspectos de su vida (trabajo, familia) o se incluyen cuestiones sobre grado de optimismo, autoeficacia, autoestima.

Un número significativo de estudios han examinado los efectos psicológicos del ejercicio sobre el bienestar psicológico midiendo los cambios emocionales antes y después del ejercicio, aunque los resultados son contradictorios cuando se trata de personas mayores, encontrándose en algunas investigaciones cambios significativos tras el ejercicio (Stacey *et al.*, 1985) y en otras no (Emery y Blumenthal, 1990). La cuestión de si es necesario un periodo prolongado de tiempo o no es algo que también ha preocupado a los investigadores, aunque recientemente se ha visto que no es necesaria una participación prolongada para producir dichos cambios en los estados emocionales.

Aunque las investigaciones sobre la satisfacción vital se han desarrollado básicamente en el ámbito de la Psicología, su medición también ha sido frecuente en el campo de la Medicina. Los estudios realizados en el campo de la Psicología han buscado demostrar la relación que existe entre la satisfacción vital y otras variables psicológicas, tales como la extraversión, la introversión, el neuroticismo, la autoestima, la euforia, la disforia, la sociabilidad y los sentimientos de soledad y felicidad (Atienza, 2000; Cabañero *et al.*, 2004). Así, las escalas que evalúan el grado de satisfacción con la vida se usan también para medir el bienestar subjetivo, ya que la satisfacción con la vida se ha utilizado como un indicador global de la calidad de vida relacionada con la salud. Éstas se ven influenciadas por aspectos tales como la educación, el matrimonio y la familia, el empleo..., y por factores como los amigos, una relación amorosa con alguien, la actividad social y las estrategias de afrontamiento usadas para hacer frente a acontecimientos negativos de la vida. La satisfacción global con la vida o evaluación cognitiva de ésta en su conjunto ha sido medida mediante la *escala de satisfacción vital* (SWLS) (Diener *et al.*, 1985) que consiste en cinco afirmaciones a las cuales los sujetos tienen que contestar en función de su acuerdo o desacuerdo, usando una escala de siete puntos. Esta escala ha demostrado tener buenas propiedades psicométricas entre culturas. Ejemplo de estudio transcultural en este ámbito ha sido el realizado por Casullo y colaboradores (2002),

que inicialmente desarrollaron un instrumento en Argentina y posteriormente en otros países, basándose en las propuestas de Ryff antes aludidas con adolescentes estudiantes de secundaria. A este instrumento se le denominó Escala BIEPS, y que tiene dos versiones, una para adolescentes y otra para adultos, que explora cinco dimensiones: autonomía (capacidad de actuar de modo independiente), control de situaciones (sensación de control y autocompetencia), vínculos psicosociales (calidad de las relaciones interpersonales), proyectos (metas y propósitos en la vida) y autoaceptación (sensación de bienestar con uno mismo). Se ha demostrado que esta escala tiene buenas propiedades psicométricas, aplicándose con resultados metodológicamente satisfactorios en distintos países, entre ellos España.

La cuestión de cómo la salud afecta al bienestar y los sentimientos de satisfacción con la vida tiene ramificaciones importantes para la calidad de vida. Si la satisfacción vital es ya un constructo controvertido en sí mismo, lo es aún más al ubicarlo en el ámbito de la calidad de vida relacionada con la salud. Como señalan Pandierna, Fernández y González (2002), la calidad de vida es un término polivalente que ha sido utilizado en la literatura científica aludiendo a condiciones relativas al bienestar, confort, subjetividad y multidisciplinariedad. Aun así existe un amplio consenso entre los investigadores en que su evaluación debe contemplar tres dimensiones: funcionamiento psicológico, social y físico (Reig, 2003). Desde el contexto conceptual de la CVRS, la satisfacción con la vida es considerada a otro nivel, no como un elemento o indicador de una de las dimensiones de la calidad de vida relacionada con la salud. Muchos autores han elaborado modelos teóricos sobre las relaciones que deberían mantener entre sí las distintas dimensiones física, psicológica y social de la misma, las relaciones entre los diferentes indicadores de cada una de ellas (por ejemplo, energía, dolor, ansiedad) o las relaciones entre unas (dimensiones), otros (indicadores) y las medidas más globales como puntuaciones totales de la calidad de vida, la satisfacción vital, el bienestar o la salud percibida (Stuifbergen *et al.*, 2000). Sin embargo, empíricamente el interés se ha centrado únicamente en establecer el peso que cada dimensión, física, mental y social, tiene en las percepciones de calidad de vida y salud percibida, de tal manera que se ha demostrado que la dimensión psicológica tiene mayor peso en la calidad de vida y mucho menor en la salud percibida, y por el contrario, ésta se ve influenciada principalmente por el dominio físico y en menor grado por el psicológico (Cabañero *et al.*, 2004).

Cuando hablamos de *calidad de vida* nos referimos al óptimo bienestar entre las diferentes dimensiones de la salud que caracterizan a ciertos grupos sociales o comunidades. Incluye también la integración familiar, el lograr establecer estilos de vida adecuados, tales como la actividad física regular y buena alimentación, entre otras.

## 2.4. Salud y bienestar subjetivo

Salud y capacidad física son importantes elementos del sentimiento de bienestar. La salud personal se encuentra relacionada con el bienestar incluso cuando se controlan otros factores como estatus socioeconómico, educación y sexo. Larson (1978), tras revisar un gran número de investigaciones, concluyó que la salud es el aspecto más fuertemente relacionado con el bienestar subjetivo. Muchos otros investigadores posteriormente han corroborado estas conclusiones. La relación entre salud y bienestar es también bidireccional. No sólo la salud influye en las percepciones de bienestar, sino que los sentimientos de bienestar de la gente también influyen sobre sus conductas relacionadas con la salud. Aunque muchos factores son modificadores de la salud, la visión de la gente de la importancia de la salud, su habilidad para controlar sus vidas y su autoconciencia, autoestima y estatus de salud percibida tienen un impacto directo en la posibilidad de que ellos actúen para mantener su salud y por tanto prevenir alteraciones.

## 2.5. Efectos del ejercicio sobre el funcionamiento psicológico

Antes de abordar los efectos de la actividad física sobre el bienestar psicológico, es necesario examinar un conjunto de variables que tienen efectos potencialmente moderadores. El ejercicio es probablemente la variable sustancialmente más moderadora, incluyendo sus componentes, duración de cada sesión de ejercicio, número de sesiones a la semana, número de semanas de participación, así como la intensidad del ejercicio.

Una cuestión importante ha surgido en torno a este tema: ¿las personas mayores que han llevado un estilo de vida sedentario y se inician en un programa de ejercicio, sus sentimientos de bienestar y satisfacción con la vida se incrementan tras el ejercicio?, ¿hacer ejercicio puede hacer surgir sentimientos de bienestar físico durante o inmediatamente después del ejercicio?, ¿y un programa de ejercicio realizado durante varias sema-

nas puede asociarse a una mejora en los sentimientos de bienestar? (Spiriduso, 1995).

### 2.5.1. Efectos a corto plazo

Inmediatamente después de la realización de ejercicio moderado, la mayoría de la gente afirma sentirse mejor o sentirse bien. Parte de este sentimiento de bienestar puede atribuirse a reducciones percibidas en estados de ansiedad y depresión. Todos los estudios realizados han sido en población joven, y por tanto son pocos los llevados a cabo en cambio con adultos y gente mayor. Una excepción es un estudio del efecto transitorio del ejercicio en jóvenes, gente de mediana edad y viejos (más de 60 años). En todos los grupos descendieron los sentimientos negativos inmediatamente después del ejercicio. Únicamente el grupo de jóvenes y de mediana edad experimentaron también mejoras en sentimientos positivos y sentimientos de bienestar. Ninguno de los sujetos mayores de 60 años que hacían ejercicio ni el grupo control que participaba en una conferencia de 45 minutos mostraron efectos positivos.

En este estudio se concluyó que la mejora en el bienestar estaba relacionada con el hecho de divertirse y sugirieron tres razones por las cuales esto no ocurrió en los más mayores: el tipo de ejercicio era diferente, la música era distinta y las motivaciones para el ejercicio podrían haber sido diferentes para los distintos grupos de edad. Así, la intensidad y otros aspectos del ejercicio no eran las mismas para los diferentes grupos de edad. Otro factor diferencial era el tipo de música; la de los grupos de jóvenes y de mediana edad era más rítmica y activa. Otra diferencia entre ellos eran las razones por las cuales habían decidido hacer ejercicio, en el grupo de jóvenes y gente de mediana edad era por mejorar sus apariencias y mantener su salud, mientras que los mayores lo hacían por prescripción médica o porque sentían que su salud estaba comprometida (Windsor *et al.*, 1989).

### 2.5.2. Efectos a largo plazo

Los resultados de las investigaciones de los efectos a largo plazo sobre el bienestar y la satisfacción con la vida son contradictorios. Aunque en algún caso se han encontrado efectos positivos, no es un hallazgo generalizado. Sidney y Shephard (1976) no hallaron cambios en el grado de satisfacción con la vida reflejado en las puntuaciones en el LSI-A Index

para los sujetos mayores después de un programa de ejercicio de cuatro días a la semana durante catorce semanas. Tampoco se encontraron mejoras en el bienestar psicológico tras un programa de ejercicio de diez semanas, cuya evaluación se realizó tres meses después (Moses *et al.*, 1989).

Existen diferentes posibles explicaciones para estos resultados contradictorios. Una de ellas puede ser que el ejercicio tenga sólo efectos a corto plazo. Otra hipótesis es que el ejercicio contribuya a las percepciones de mejora de funcionamiento sólo mientras los sujetos continúen haciendo ejercicio (Emery y Blumenthal, 1990). Esto viene a confirmar la idea de que para que se produzca un efecto a largo plazo debe haber un estilo de vida activo más que una intervención concreta y puntual. Otra hipótesis es que las cuestiones que han sido preguntadas a los sujetos relacionando el bienestar con la satisfacción con la vida pueden haber sido demasiado generales. Finalmente, una mejora cuantificable del bienestar puede requerir mejoras en más de un componente, tal como la salud; por tanto podría no ser razonable esperar ver cambios en el bienestar por la intervención de un único factor como el ejercicio.

### 3. CALIDAD DE VIDA

#### 3.1. Evolución del concepto

La calidad de vida es un concepto que cada vez va adquiriendo mayor importancia en la sociedad en general. Es un referente muy importante de las políticas sanitarias y básico en el campo de la atención a personas mayores, ya que refleja las percepciones de los individuos hacia la salud y la enfermedad, preguntándoles, de la forma más objetiva posible, cuál es la percepción que tienen de su calidad de vida en un momento concreto, de forma que pueda servir de base para una evaluación posterior. El interés se ha centrado sobre todo en conseguir años de vida con calidad, más que en aumentar la cantidad de vida.

El interés por la calidad de vida existe desde tiempos inmemoriales. Sin embargo, la aparición del concepto como tal y la preocupación por la evaluación sistemática y científica del mismo es relativamente reciente. La idea empieza a popularizarse en los 60 hasta convertirse hoy en un concepto utilizado en ámbitos muy diversos (la salud, la salud mental, la educación, la economía y el mundo de los servicios en general). Aunque puede parecer un concepto de rela-

tivo uso cotidiano, se utiliza de manera indiscriminada para hacer referencia a estilos o formas de vida; mientras que para algunas personas es un lujo de los países industrializados, para otras es algo ambiguo que puede tener distintas interpretaciones, e incluso hay quienes piensan que es algo restringido a las últimas etapas de la vida.

Inicialmente surge a partir del interés de las Ciencias Sociales por conocer qué delimita el bienestar humano y cuáles son las consecuencias de la industrialización de la sociedad sobre él, lo cual hace ver la necesidad de medir esta realidad utilizando indicadores sociales, estadísticos, que permitan medir datos y hechos vinculados al bienestar social de una población. En un primer momento estos indicadores hacían referencia a condiciones objetivas, de tipo económico y social, para posteriormente contemplar elementos subjetivos.

En los años 70-80, como consecuencia del desarrollo y perfeccionamiento de los indicadores, se provocará un proceso de diferenciación entre éstos y la calidad, que comienza a ser vista como concepto integrador y multidimensional que pretende valorar el efecto que la enfermedad tiene sobre el individuo en su contexto individual, familiar y social (Soto y Failde, 2004), que comprende todas las áreas de la vida (carácter multidimensional) y que hace referencia tanto a componentes objetivos como subjetivos. Hasta 1980 fue un área en constante cambio debido a la debilidad y la formulación de muchos de los instrumentos de medición. Hacia finales de los 80 había docenas de escalas destinadas a medir la calidad de vida de los pacientes.

Otro acontecimiento de capital importancia en los 80 fue la aplicación del concepto de calidad de vida a muchos trastornos severos y crónicos de origen psicológico, como la esquizofrenia crónica, ya que hasta entonces los estudios sobre calidad de vida se habían limitado a los trastornos físicos únicamente. Sin embargo, había problemas para definir y medir la calidad de vida de forma operativa.

Por lo tanto, se podría afirmar que la atención se ha centrado en la calidad o valor del tiempo de vida y no sólo en la cantidad de vida, en términos de conseguir una vida digna de ser vivida tanto en términos sociales y psicológicos como en términos físicos.

#### 3.2. Definiciones y características

Aunque fácil de concebir de una manera abstracta, es difícil de definir de forma objetiva y funcional, sin embargo es posible establecer una característica prin-

cial “su multidimensionalidad”, es decir, cuenta con múltiples componentes que dependen del estilo de vida y de las condiciones personales, no es independiente de los diferentes contextos que hay en la vida y en los que se mueven los sujetos. Existe una aparente falta de acuerdo entre los especialistas sobre la definición de calidad de vida y la metodología que debe utilizarse para su estudio. Una revisión de las distintas definiciones existentes muestra aspectos comunes y también diferencias, particularmente en términos de contenido, especificidad y relevancia teórica. Algunos investigadores han preferido definiciones breves y concisas y otros no. En definitiva, se debaten dos argumentos: algunos piensan que la calidad de vida se refiere exclusivamente a una percepción subjetiva del individuo sobre otras condiciones, mientras que otros consideran que el concepto debe incluir una consideración de ambas, de las condiciones subjetivas (relacionadas con la evaluación del sujeto o con la aparición de diferentes condiciones de vida) y de las condiciones objetivas (las mismas condiciones pero evaluadas independientemente por el sujeto). Fernández-Ballesteros (1998) considera que valorar únicamente el aspecto objetivo o subjetivo empobrecerá e invalidará un concepto que por su propia naturaleza es muy diverso, en contra de lo que proponen otros autores (WHOQOL Group, 1995), que definen la calidad de vida como una variable subjetiva.

En el lenguaje común se considera que es el bienestar, felicidad, la satisfacción de la persona que le permite una capacidad de actuación o de funcionar en un momento dado de su vida. Es un concepto subjetivo, personal, que está muy influido por el entorno en el que vive, como la sociedad, la cultura, la escala de valores... Por lo tanto, incluye todos los ámbitos de la vida humana, no sólo el estado de salud sino también la economía, la educación, el medio ambiente, la legislación, el sistema de salud, etc. Son numerosas las definiciones sobre calidad de vida debido al gran número de aspectos que hay que valorar.

Una de las definiciones más utilizadas es la de la Organización Mundial de la Salud que define la calidad de vida (WHOQOL Group, 1995) como “la percepción de un individuo de su posición en la vida, en el contexto cultural y el sistema de valores en que vive, en relación con sus metas, objetivos, expectativas, valores y preocupaciones”. Se puede considerar como uno de los determinantes del nivel de salud. Es una definición amplia que incorpora la salud física del sujeto, su estado psicológico, su nivel de independencia, sus relaciones sociales, así como su relación con

los elementos esenciales de su entorno. Esta definición plantea que la calidad de vida es algo subjetivo, que incluye tanto las facetas positivas como negativas, siendo por tanto multidimensional, de tal manera que la calidad de vida relacionada con la salud integra aspectos relacionados con el estado de bienestar, que pueden agruparse en cuatro apartados:

- Estado físico y capacidad funcional.
- Estado psicológico y bienestar.
- Interacciones sociales.
- Estado económico y sus factores.

Otros han definido la calidad de vida como un concepto complejo que incluye todos los factores que afectan al individuo: bienestar, estilos de vida adecuados y calidad ambiental. En este sentido tendría diversos componentes, como la satisfacción, el bienestar subjetivo, el contento y la felicidad, así como el estado de salud físico. Las variables que definen la calidad de vida se desarrollan paralelamente, dependiendo de aspectos culturales, económicos y sociales y directamente vinculados a la satisfacción de las necesidades del individuo. Resulta evidente que el estilo de vida va a tener una importante influencia sobre la capacidad funcional y ambos se relacionarán a su vez con el bienestar subjetivo. Disponiendo de una herramienta adecuada para el estudio de la capacidad funcional de las personas mayores es posible el analizar la relación entre dichos aspectos y el establecer en qué medida diversos factores relacionados con un estilo de vida saludable, incluyendo la práctica de actividad física, tienen una influencia positiva sobre la capacidad funcional.

Herdman y Baró (2000) citan la definición propuesta por Shumaker y Naughton que reúne enfoques de muchos investigadores: “La calidad de vida relacionada con la salud se refiere a la evaluación subjetiva de las influencias del estado de salud actual, los cuidados sanitarios y la promoción de la salud sobre la capacidad del individuo para lograr y mantener un nivel global de funcionamiento que permite seguir aquellas actividades que son importantes para el individuo y que afectan a su estado general de bienestar. Las dimensiones que son importantes para la medición de CVRS son: el funcionamiento social, físico y cognitivo; la movilidad y el cuidado personal; y el bienestar emocional”. Los aspectos más importantes de esta definición son, en primer lugar, que da una gran importancia a la evaluación subjetiva que el propio individuo hace de su calidad de vida, y en segundo lugar, que incorpora un número de dimen-

siones que el individuo experimenta directamente que son importantes en la salud, aunque no incorpora aspectos externos como la vivienda y el medio ambiente, entre otros.

La calidad de vida es un sentimiento subjetivo de bienestar global, que depende de características personales (edad, sexo), “bienestar” físico, “bienestar” material, “bienestar” emocional, “bienestar” social y el grado de satisfacción con la propia vida, siendo éste un concepto muy subjetivo de la propia persona. Es por tanto una experiencia interna coloreada por las experiencias tempranas de los sujetos, su estado mental, su personalidad y sus expectativas. Según Lehman (1996) la calidad de vida viene determinada por las perspectivas que tienen los sujetos de lo que tienen, de lo que hacen y de cómo se sienten acerca de las circunstancias de sus vidas, e incluye las perspectivas de los pacientes de cómo lo están haciendo (estatus funcional) y lo que ellos tienen (acceso a recursos y oportunidades). Define por consiguiente la calidad de vida como una percepción global de satisfacción en un determinado número de dimensiones clave, con especial énfasis en el bienestar del individuo. Esta definición incluye las causas externas al individuo que pueden modificar su salud o estado de salud.

En otras definiciones se define la calidad de vida como un equilibrio entre la valoración objetiva y la subjetiva en la enfermedad, proponen que la calidad de vida comprende tres factores principales: bienestar subjetivo, salud y bienestar (situaciones externas de la vida). El concepto de “calidad de vida relacionada con la salud” (CVRS) o *salud percibida* agrupa factores externos al individuo que interactúan con él y pueden llegar a cambiar su estado de salud. Por un lado se la ha definido como el valor asignado por los individuos, grupos de individuos o la sociedad a la duración de la vida modificada por las deficiencias, el estado funcional, la percepción y las oportunidades sociales. Por otro lado, ha sido definida también como el efecto funcional de una enfermedad y el tratamiento a un sujeto tal y como es percibido por él mismo. En definitiva, es un concepto que refleja las actitudes y conductas físicas, emocionales y sociales de un individuo relacionado con su estado de salud previo y actual. Este concepto depende de la subjetividad del individuo, de tal forma que a iguales estados de salud se pueden corresponder percepciones diferentes de calidad de vida y se considera dinámico y cambiante en el mismo individuo a lo largo del tiempo.

Aunque no hay una definición consensuada del todo, sí que existen puntos en los que hay considera-

ble consenso entre los investigadores. Uno de los puntos de acuerdo es que deben distinguirse las percepciones objetivas (por ejemplo, recursos materiales) de las percepciones subjetivas (por ejemplo, satisfacción con los recursos), ya que muchos autores consideran que puede que una evaluación subjetiva no sea suficiente, debido a diversos factores que pueden distorsionar la autoevaluación, tales como la medicación, el funcionamiento emocional del individuo y el grado de motivación o interés por la vida (Atkinson *et al.*, 1997). En este sentido, el grupo WHOQOL propone que se realicen preguntas sobre:

- Información acerca del funcionamiento (por ejemplo, ¿cuántas horas duerme habitualmente?).
- Evaluaciones globales de funcionamiento (por ejemplo, ¿duerme bien?).
- Evaluaciones muy personalizadas de funcionamiento (por ejemplo, ¿se siente satisfecho con sus hábitos de sueño?).

Además consideran que es también importante conocer las evaluaciones globales de las personas de conductas, estados y capacidades de satisfacción/insatisfacción con su calidad de vida.

Igualmente, existe cierto acuerdo en cuanto a la multidimensionalidad del concepto de calidad de vida que integra una serie de áreas y es necesario circunscribirlo a ciertas variables personales y contextuales, que como mínimo incluiría las dimensiones siguientes: física, psicológica y social. La dimensión física es la percepción del estado físico o la salud, entendida como ausencia de enfermedad, los síntomas producidos por la enfermedad y los efectos adversos del tratamiento. La dimensión psicológica sería la percepción del individuo de su estado cognitivo y afectivo, como el miedo, la ansiedad, la incomunicación, la pérdida de autoestima, la incertidumbre sobre el futuro. También incluye las creencias personales, espirituales y religiosas, como el significado de la vida y la actitud ante el sufrimiento. Y por último, la dimensión social que hace referencia a la percepción del individuo de la relaciones interpersonales y roles sociales en la vida, como la necesidad de apoyo familiar y social, el desempeño laboral.

Dependiendo de las orientaciones teóricas y empíricas de diversos autores se han propuesto también otras clasificaciones de los tipos de *dimensiones* más comunes de la calidad de vida relacionada con la salud (Ware *et al.*, 1993; Brazier, 1993):

- **Función física:** grado en que la salud limita las actividades físicas, como el cuidado personal, andar, subir escaleras, cargar peso y los esfuerzos moderados e intensos.
- **Rol físico:** grado en que la salud física interfiere en el trabajo y otras actividades diarias, incluyendo el rendimiento y el tipo de actividades.
- **Dolor corporal:** intensidad del dolor y su efecto en el trabajo habitual, en el hogar o fuera de él.
- **Salud general:** valoración personal de la salud que incluye salud actual, perspectivas y resistencia a enfermar.
- **Vitalidad:** sentimiento de energía y vitalidad *versus* sentimiento de cansancio y agotamiento.
- **Función social:** grado en que los problemas de salud física o emocional interfieren en la vida social habitual.
- **Rol emocional:** grado en que los problemas emocionales interfieren en el trabajo o en otras actividades diarias.
- **Salud mental:** salud mental general, incluyendo depresión, ansiedad, control de la conducta o bienestar general.

Entendemos que una definición de trabajo actual y consensuada del concepto de calidad de vida es la ofrecida también por estos autores, ya que para ellos la calidad de vida relacionada con la salud consiste en una evaluación subjetiva por parte de la persona relativa a cómo aspectos diferentes relacionados con su estado de salud pueden estar influyendo sobre su habilidad para mantener un nivel de funcionamiento general que les permita perseguir las metas que son valiosas en sus vidas, todo lo cual quedaría reflejado en su bienestar. Es un concepto multidimensional que se basa en la percepción subjetiva del sujeto influenciada por el estado de su salud actual, por la capacidad para realizar aquellas actividades importantes para el individuo (Herdman y Baró, 2000). En esta última definición hay una serie de aspectos clave: 1) está descrita en términos de experiencia individual, 2) la definición se restringe a aquellos factores que entran dentro del ámbito específico de la salud, 3) habilidad de las personas para perseguir sus metas.

El concepto de *calidad de vida relacionada con la salud (CVRS)* es la percepción que tiene el individuo de los efectos de una enfermedad o de la aplicación de un tratamiento, en diversos ámbitos de su vida; en especial, de las consecuencias que provoca sobre

su bienestar físico, emocional o social. Lawton, en el 2001, la definió como: “el hecho por el cual la disfunción física, el dolor y el malestar, provocan limitaciones de las conductas cotidianas, actividades sociales, bienestar psicológico y otros aspectos del día a día de los sujetos y su calidad de vida global juzgada por el propio sujeto”.

Su medición no incluye únicamente los aspectos fisiopatológicos de una enfermedad sino también los factores psicosociales inherentes a la misma, además de las posibles limitaciones que comporte. No obstante lo que confiere una mayor importancia es que permite la evaluación del impacto de la enfermedad y su tratamiento desde la perspectiva personal y singular de la persona afectada. Se relaciona con el impacto de la enfermedad y cómo el tratamiento afecta el funcionamiento diario. Esta definición tiene los siguientes aspectos relevantes:

- Se relaciona con el bienestar físico, emocional y social luego del diagnóstico y tratamiento.
- Se refiere al impacto de la salud percibida en la capacidad del individuo de llevar una vida satisfactoria.

Asimismo, la CVRS es subjetiva. Es decir, si dos sujetos presentasen la misma enfermedad, ambos manifestarían respuestas distintas debido a cada individualidad. Por ejemplo, dos sujetos con características sociodemográficas similares y clínicas, afectados de insuficiencia renal crónica en tratamiento con hemodiálisis, uno deja el trabajo por una afección importante del estado de ánimo y otro sigue trabajando normalmente. Concepto subjetivo: cada ser humano tiene su concepto propio sobre la vida y sobre la calidad de vida, la felicidad.

Concepto universal: las dimensiones de la calidad de vida son valores comunes en las diversas culturas. Concepto holístico: la calidad de vida incluye todos los aspectos de la vida, repartidos en las tres dimensiones de la calidad de vida, según explica el modelo biopsicosocial. El ser humano es un todo. Concepto dinámico: para cada persona la calidad de vida puede cambiar en periodos cortos de tiempo: unas veces somos más felices y otras menos. Interdependencia: los aspectos o dimensiones de la vida están interrelacionados, de tal manera que cuando una persona se encuentra mal físicamente o está enferma, le repercute en los aspectos afectivos.

- Esta evaluación subjetiva descansa en el balance entre aspiraciones y realidad de cada individuo, cuando se encuentra dotado de los elementos

culturales y de la libertad de pensamiento para dicho análisis.

- Los criterios de valor para calificar la calidad de vida son contruidos biográfica e históricamente, y varían entre comunidades.
- El referente común sería la satisfacción de necesidades básicas.

Los componentes de la calidad de vida incluyen todos aquellos elementos que forman parte integral de la persona y excluyen los que existen de forma independiente de ella, aunque puedan interaccionar. Éstos son (Castellón y Romero, 2004):

- Salud: objetiva, subjetiva; física y psíquica.
- Integración social: referida a las relaciones con la familia, los vecinos y amigos.
- Habilidades funcionales: considera el grado de independencia que mantienen el sujeto y sus dificultades para desenvolverse en la vida diaria.
- Actividad y ocio: nivel de actividad, forma de ocupar el tiempo y satisfacción en cómo ocuparlo.
- Calidad ambiental: se refiere a la satisfacción que el sujeto tiene con una serie de aspectos objetivos de la vivienda o residencia donde habita.
- Satisfacción con la vida.
- Educación.
- Ingresos.
- Servicios sociales y sanitarios.

Los cambios sociales acontecidos últimamente, como por ejemplo el incremento del consumo de drogas, la preocupación por las enfermedades de transmisión sexual y el elevado número de accidentes de tráfico, unido al creciente interés de la OMS por la educación para la salud y la adopción de estilos de vida saludables en la infancia y la adolescencia, han propiciado un incremento en el número de investigaciones realizadas con niños y adolescentes, así como la introducción de nuevas variables. Entre éstas figuran: el consumo de drogas y medicamentos, la higiene dental y los hábitos de descanso, los accidentes y las conductas de riesgo y de prevención de los mismos, las actividades de tiempo libre, la conducta sexual, los chequeos médicos, la apariencia y los hábitos de aseo personal (Pastor *et al.*, 1999).

### 3.3. Evaluación de la calidad de vida

Como hemos visto, la calidad de vida tiene distintas medidas, es un concepto multidimensional que

incluye el estilo de vida, la satisfacción con la escuela y el trabajo, así como la situación económica, entre otros. Es por ello que se conceptualiza de acuerdo a un sistema de valores estándares o perspectivas que varían de una persona a otra. El estudio de la calidad de vida relacionada con la salud es importante tanto para la investigación como para la práctica clínica. En la mayoría de estudios sobre calidad de vida se hace referencia a situaciones específicas de ésta, en diferentes patologías, para diferentes edades y para distintos niveles sociales, encontrándose que la edad es un factor determinante y una parte importante de la investigación. El incremento de la esperanza de vida en la sociedad occidental ha generado un creciente interés por las personas mayores. Muchas investigaciones se han interesado por estudiar aquellos factores que a estas edades afectan la calidad de vida, convirtiéndola en un indicador válido del envejecimiento satisfactorio, el cual se apoya en el grado de satisfacción y el bienestar psicológico (Castellón y Romero, 2004).

La calidad de vida puede medirse a través de indicadores objetivos, tales como el nivel de salud, los ingresos, las condiciones de vida; nos encontraríamos más bien con factores contextuales (culturales, calidad ambiental) y con un conjunto de síntomas y signos que aun formado parte del sujeto es posible describirlos desde un punto de vista más objetivo o también mediante indicadores subjetivos, siendo estos últimos muy importantes de considerar en el caso de las personas mayores, como por ejemplo la satisfacción personal con las condiciones de vida.

Según Donovan *et al.* (1989) todo buen instrumento de medida debe reunir un conjunto de características, que son: 1) ser adecuado para medir el problema de salud que pretende medir; 2) ha de ser preciso, es decir, con un mínimo de error de medida; 3) ser sensible, es decir, ser capaz de detectar los cambios tanto entre individuos como en un mismo individuo a través del tiempo; 4) estar basado en datos proporcionados por los propios individuos; 5) ser aceptado por los sujetos, los profesionales sanitarios y los propios investigadores. Quizás el requisito más importante es la validez, que mida lo que pretende medir, a pesar del hecho de medir fenómenos subjetivos; valorar hasta qué punto la medición representa lo que se pretendía estudiar y no otras cosas.

Por tanto, se puede abordar su medición desde dos enfoques, uno más cuantitativo, basado en métodos objetivos sustentados en la observación o intervención médica, siendo imprescindible realizar una distinción

entre aquellas propiedades y características percibidas del ambiente (servicios sociales de salud, apoyo social, valoración del entorno, satisfacción social), y la valoración de dichas propiedades por parte del sujeto, sabiendo el importante papel desempeñado por las características personales (nivel de aspiración, nivel de expectativas, grupos de referencia, escala de valores). Estos procedimientos (examen clínico, laboratorio) han sido clasificados como fiables y cuantificables, frente a los métodos basados en la percepción subjetiva de los individuos (cuestionario de capacidad funcional) que eran considerados como menos fiables y no cuantificables. A partir de los años 70 se desarrolló la moderna generación de instrumentos de medida de calidad de vida asociada a la salud (CVRS), primero genéricos y posteriormente específicos, basados en la propia percepción del sujeto de su estado de salud.

La calidad de vida debería evaluarse:

- En la práctica clínica: para estudiar a pacientes individuales,
- En estudios poblacionales: para estudiar población general o con enfermedades específicas, con el fin de planificar, asignar recursos, priorizar, evaluar políticas de salud, comparar poblaciones.

La medición de la calidad de vida relacionada con la salud se ha realizado en una gran variedad de contextos: en la práctica clínica, la investigación de los servicios sanitarios, la evaluación de nuevos medicamentos y tecnologías sanitarias en ensayos clínicos o estudios observacionales, la monitorización de la salud de poblaciones y subgrupos de población, y la asignación de los recursos sanitarios, incorporando tanto los aspectos subjetivos como objetivos, sobre todo en el caso de las personas mayores. Las medidas de CVRS deben ser preferiblemente cortas, fáciles de administrar y responder, y ser robustas en cuanto a sus propiedades de medición. Debe ser útil para la identificación de problemas de salud, físicos, mentales o sociales no detectados en la evaluación clínica convencional, para mejorar el seguimiento y control.

Debido a que la mayoría de los componentes no pueden observarse directamente, se evalúan de acuerdo con los principios clásicos de la teoría de la medición. Esta teoría propone que hay un verdadero valor de  $Q$ , que no puede medirse directamente, pero que puede medirse indirectamente a través de una serie de cuestiones, ítems o preguntas que miden parte

del concepto. Cada pregunta representa una variable que aporta un peso específico a una calificación global para un factor o dominio. Se asumen que hay un verdadero valor de la calidad de vida y que puede medirse indirectamente por medio de escalas (Velarde-Jurado y Ávila-Figueroa, 2002).

Normalmente, la valoración de la calidad de vida relacionada con la salud se realiza por medio de cuestionarios autoadministrados o mediante entrevista personal. Al tratarse de un constructo con carácter multidimensional es necesario que los cuestionarios comprendan al menos aspectos físicos, psíquicos y sociales para conseguir una evaluación válida y estandarizada de los aspectos más subjetivos relacionados con la salud, teniendo en cuenta que no sustituyen a la evaluación de los síntomas sino que las complementan.

Los cuestionarios constan de unas instrucciones para su utilización y de un número determinado de ítems o preguntas, los cuales pueden agruparse a su vez dentro de dimensiones o áreas según su contenido, pudiendo ser analizada cada dimensión por separado. Mediante escalas visuales analógicas o bien de forma categórica, los ítems describen diferentes niveles para las distintas dimensiones evaluadas. Estos ítems se preguntan al sujeto utilizando un cuestionario estandarizado y sus respuestas se convierten en puntuaciones numéricas que se combinan para obtener una puntuación total para toda la escala global o para cada dimensión. La interpretación de un cuestionario puede ser de tipo descriptivo del estado de salud o de un conjunto muestral con unas características determinadas. O puede ser una medida comparativa entre dos grupos de sujetos, por ejemplo con diferentes tratamientos. Precisamente la utilidad de un cuestionario está asociada a las posibilidades de interpretar las puntuaciones obtenidas, con el fin de poder obtener conclusiones que puedan ayudar a la toma de decisiones. No olvidemos que estamos hablando de apreciaciones subjetivas inherentemente difíciles de medir y en los que el número de preguntas o la comprensibilidad de éstas que influyen en el tiempo de cumplimentación van a alterar el grado de cooperación y como consecuencia el rigor de la información recogida.

Algunas medidas de la calidad de vida relacionada con la salud consisten en una sola pregunta, por ejemplo, ¿cómo diría que es su calidad de vida en general? Otras medidas más sofisticadas que aportan mayor información incluyen un número determinado de ítems que se agrupan en dimensiones o dominios que

miden distintos aspectos de áreas de experiencia o conductas comunes, como la movilidad y el desplazamiento, que pueden agregarse dentro de la función física, o la ansiedad y la depresión, que pueden agregarse en una dimensión mental. Al ser una experiencia subjetiva, es de esperar una considerable variabilidad. Cada uno de los dominios (físico, mental o social) que conforman el término calidad de vida puede medirse en dos dimensiones: la primera, una evaluación objetiva de la salud funcional, y la segunda, constituida por una percepción más subjetiva.

La medición de la CVRS implica con frecuencia la utilización de cuestionarios desarrollados originalmente en otro contexto cultural, por lo que es necesario un proceso de adaptación de acuerdo a unos estándares científicos que garanticen la equivalencia de las dos versiones en términos lingüísticos y de contenido, siendo inadecuada la utilización de traducciones libres del instrumento original. Aunque algunos de ellos han sido adaptados y validados en nuestra lengua.

A su vez cada uno de los componentes de la calidad de vida se dirige a ciertas áreas relevantes de evaluación que, aunque son denominadas de formas ligeramente diferentes, según los autores pueden agruparse en cuatro (Castellón y Sánchez del Pino, 2003):

1. bienestar físico,
2. bienestar material,
3. bienestar social,
4. desarrollo y actividad y
5. bienestar emocional.

Se han desarrollado diversos instrumentos de medición que suelen clasificarse en *globales*, *genéricos* y *específicos*, adaptados y validados a diferentes contextos, que tienen en cuenta las distintas mediciones de la calidad de vida relacionada con la salud.

La *valoración global* mide un atributo único mediante una escala visual analógica o un resumen graduado de un conjunto de funciones de sujetos o grupos. Esta medida simple proporciona una impresión general de la calidad de vida del sujeto, pero no identifica alteraciones en dimensiones específicas.

Las *medidas genéricas* se aplican a una gran variedad de población, como a grupos específicos de individuos con diferentes enfermedades. Sin embargo, si se aplican a un grupo concreto pierde especificidad, al no poder valorar el peso específico de la enfermedad en la calidad de vida relacionada con la salud. Tienen la desventaja de ser poco sensibles a la hora de detectar pequeños cambios pero importantes como resultado

de una intervención determinada. Entre sus ventajas podemos destacar las siguientes:

- Permiten comparar la calidad de vida de los sujetos antes y después de los tratamientos.
- Permiten comparar diferencias en la calidad de vida entre individuos sanos y enfermos.
- Muestran diferentes aspectos del estado de salud.
- Son fuentes de información complementarias.
- Ayudan a tomar decisiones para la provisión de recursos sanitarios.

Las *medidas específicas* sólo pueden aplicarse a sujetos con una determinada enfermedad o trastorno, o un conjunto pequeño de ellos relacionados. Tratan de obtener medidas representativas de conceptos tales como estado psicológico y mental, limitaciones en la actividad física debidas a la presencia de la enfermedad, grado de afectación en las relaciones sociales, dolor, bienestar corporal, e incluyen sólo aquellos aspectos importantes de una determinada enfermedad (diabetes, enfermedad inflamatoria intestinal...), una población concreta (ancianos, adolescentes) o un determinado síntoma clínico (dolor de espalda...). Estos instrumentos deben cumplir una serie de características para ser considerados como útiles, permitiendo registrar las percepciones del sujeto de una forma cuantitativa o semicuantitativa. Entre sus ventajas tenemos las siguientes: presentan una alta sensibilidad a los cambios ante el problema específico de salud que se evalúa y pueden ser muy discriminativos, aunque no permiten establecer comparaciones entre poblaciones y enfermedades, y por tanto tienen un valor limitado en las intervenciones poblacionales ya que no son útiles para conocer la eficacia relativa de diferentes tratamientos.

Tanto unos como otros miden en definitiva aspectos diferentes de la CVRS y son complementarios, pudiendo ser utilizados de forma combinada en la investigación clínica ya que de esta forma proporcionan más información que por separado.

Los instrumentos genéricos pueden dividirse según sus características en perfiles de salud y medidas de utilidad.

A comienzos de los años 80 aparecen un conjunto de perfiles de salud: *perfil del impacto de la enfermedad* (Berger *et al.*, 1981), el *perfil de salud de Nottingham* (Hunt *et al.*, 1981), el *cuestionario de salud SF-36* (Ware, 1996).

Estos instrumentos son cuestionarios cuya finalidad principal es medir diferentes dimensiones de la CVRS, proporcionando una puntuación para cada una

de las dimensiones (física, mental y social) y algunos de ellos permiten obtener una puntuación agregada o índice de todos los aspectos. Entre los más utilizados se encuentran el *cuestionario de salud SF-36*, el *perfil de las consecuencias de la enfermedad*, el *perfil de salud de Nottingham*, el *índice de bienestar psicológico* y la *escala de calidad de bienestar*.

El *cuestionario de salud* (SF-36) fue desarrollado en Estados Unidos a principios de la década de los noventa, a partir de una extensa batería de cuestionarios utilizados en el estudio de resultados médicos (Ware y Sherbourne, 1992). De entre todos los ítems se seleccionó el menor número posible de conceptos que mantuvieran la validez del instrumento inicial. Detecta tanto estados positivos de salud como negativos, y explora salud física y salud mental. Tiene ocho dimensiones, cuatro corresponden a aspectos físicos (función física, actividad física-laboral, índice de dolor y percepción de salud) y las otras cuatro a aspectos del área psíquica o mental (vitalidad, función social, actividad psíquica laboral e índice de salud mental). Cada dominio tiene varios ítems que en total suman 36. Es fácil y cómodo de utilizar y está suficientemente validado.

Se trata de un cuestionario que puede ser autoadministrado, aunque también se ha utilizado mediante un entrevistador, a través del teléfono o mediante soporte informático. Consta de 36 ítems, que exploran ocho dimensiones del estado de salud de la persona, sana o enferma. Presenta dos áreas: la primera, el estado funcional que recoge las dimensiones de función física, función social, problemas emocionales y problemas físicos, y la segunda, bienestar emocional, recoge las dimensiones de salud mental, vitalidad y dolor. Finalmente una evaluación general de la salud que incluye una percepción de la salud general y su cambio en el tiempo. Existe una cuestión, no incluida en estas ocho categorías, que explora los cambios experimentados en el estado de salud en el último año.

Existen dos formas diferentes de puntuación: la primera (Rand Group) establece una graduación de las respuestas para cada ítem desde 0 a 100. No todas las respuestas tienen el mismo valor, que depende del número de posibilidades de respuesta para cada pregunta. La segunda forma de puntuación (The Health Institute) otorga diferentes pesos específicos a cada respuesta, según unos coeficientes que no siguen una distribución lineal. Sea cual sea el método empleado, el significado de la puntuación es el mismo: cuanto mayor sea, mejor estado de salud refleja. El rango de las puntuaciones para cada dimensión oscila de 0 a

100. Resulta útil disponer de valores normalizados de referencia en población general.

El cuestionario no está diseñado para proporcionar un índice global, aunque en ocasiones se han propuesto puntuaciones resumen de salud física y de salud mental, mediante la combinación de las respuestas de los ítems. El test detecta tanto estados positivos de salud, como negativos. El contenido de las cuestiones se centra en el estado funcional y el bienestar emocional. Su ámbito de aplicación abarca población general y pacientes, así se ha elaborado una escala para estudiar la calidad de vida en pacientes que sufren de cardiopatía isquémica, además es ampliamente utilizado en estudios descriptivos y de evaluación. Existe una “versión estándar” que hace referencia al estado de salud en las cuatro semanas anteriores y una “versión aguda” que evalúa la semana anterior.

Las dimensiones consideradas son las siguientes:

- **Función física:** grado en que la salud limita las actividades físicas tales como el autocuidado, caminar, subir escaleras, inclinarse, coger o llevar pesos y los esfuerzos moderados e intensos (10 ítems).
- **Rol físico:** grado en que la salud física interfiere en el trabajo y otras actividades diarias incluyendo rendimiento menor que el deseado, limitación en el tipo de actividades realizadas o dificultad en la realización de actividades (4 ítems).
- **Dolor corporal:** intensidad del dolor y su efecto en el trabajo habitual, tanto fuera de casa como en el hogar (2 ítems).
- **Salud general:** valoración personal de la salud que incluye la salud actual, las perspectivas de salud en el futuro y la resistencia a enfermar (5 ítems).
- **Vitalidad:** sentimiento de energía y vitalidad, frente al sentimiento de cansancio y agotamiento (4 ítems).
- **Función social:** grado en que los problemas de salud física o emocional interfieren en la vida social habitual (2 ítems).
- **Rol emocional:** grado en que los problemas emocionales interfieren en el trabajo u otras actividades diarias (3 ítems).
- **Salud mental:** salud mental general, incluyendo depresión, ansiedad, control de la conducta y bienestar general (5 ítems).

Se ha puesto en marcha un proyecto internacional de adaptación del cuestionario (International Quality

of Life Assessment —IQOLA— Project) que ha dado origen a versiones de 30 y 38 ítems y una forma breve (SF-20), la cual ha sido criticada por poseer un número tan excesivamente pequeño de preguntas que limitaría su capacidad para detectar cambios en el estado de salud. La adaptación al castellano siguió un protocolo común a todos los países que participaban en el proyecto citado anteriormente, siendo presentado con detalle en la publicación de Alonso *et al.* (1995).

El *perfil de salud de Nottingham (Nottingham Health Profile-NHP)* (Hunt *et al.*, 1981) es una escala compuesta por seis subescalas que comprenden un total de 38 preguntas, desarrollado originalmente en Inglaterra y que ha sido validado y adaptado a otros países, entre ellos España. Consta de dos partes. La primera de 38 preguntas, mide seis dimensiones relacionadas con la salud: energía, dolor, reacciones emocionales, sueño, aislamiento social y movilidad física. La segunda parte contiene siete ítems que analizan la existencia de limitaciones a causa de la salud en diferentes actividades diarias (actividad laboral, vida social, trabajos del hogar, vida sexual, aficiones, vacaciones y vida familiar). En ambas partes las respuestas son dicotómicas con respuestas Sí/No. Ha sido adaptado y validado en lengua española.

Igualmente el *perfil de las consecuencias de la enfermedad (Sickness Impact Profile-SIP)* está formado por doce categorías con un total de 136 ítems. Se desarrolló originalmente en los Estados Unidos y fue diseñado para medir la disfunción basada en los cambios de la conducta relacionados con la enfermedad. Consta de 136 preguntas que se dividen en doce categorías. La dimensión física consta de tres categorías: cuidado y movimientos corporales, movilidad y desplazamiento. La dimensión psicosocial incluye cuatro categorías: actividad emocional, relaciones sociales, actividad intelectual y comunicación. La última dimensión está formada por un grupo de cinco categorías independientes: sueño y descanso, tareas domésticas, ocio y pasatiempos y nutrición. El sujeto responde según su estado de salud el día que responda al cuestionario. Se dispone también de una versión española (Badía y Alonso, 1994).

*Las medidas de utilidad* son índices que se basan en las preferencias o utilidades que los individuos asignan a diferentes estados de salud. Consiste en una escala de medida que va de 0 (el peor estado de salud, incluso la muerte) a 1 (el mejor estado de salud posible). Son ampliamente utilizadas para conocer el coste de una intervención o proceso en relación con el número de años de vida ganada con una determi-

nada calidad de vida, aunque proporciona una puntuación única no permitiendo conocer cuáles son los aspectos de la calidad de vida los responsables de la mejoría o deterioro de la misma. Entre las más utilizadas tenemos la Escala de Bienestar y el EuroQoL.

La *escala de bienestar (Quality of Well-being Scale-QWB)* se puede aplicar a poblaciones con cualquier tipo de afectación, siendo un indicador de incapacidad. Valora en un único índice cuatro dimensiones: movilidad, actividad física, actividad mental y síntomas o problemas complejos. Consta de 43 niveles de función y 36 síntomas o problemas complejos. El valor de cada estado de salud puede oscilar entre 0 (muerte) y 1 (bienestar completo). Este índice, unido a los años de vida, forma el índice de años de bienestar debidos a un tratamiento o intervención determinada. Se utiliza en estudios longitudinales de seguimiento clínico.

El *perfil de calidad de vida europeo (EuroQoL-EQ-5D)* fue diseñado en 1990 por un grupo de investigadores europeos con el objetivo de ser un instrumento genérico de medida de la CVRS que pudiera ser utilizado en investigaciones clínicas y servicios sanitarios, y permitiera realizar comparaciones entre diversos países (Badía *et al.*, 1995). El formato inicial fue modificado tras los primeros estudios preliminares reduciendo el número de dimensiones a cinco dando origen a la versión actual denominada EQ-5D. Inicialmente fue pensado para proporcionar un perfil descriptivo de la calidad de vida del individuo en dimensiones, un valor de calidad de vida global y un valor que represente la preferencia del individuo por un determinado estado de salud.

Consta de tres partes, la primera de las cuales es una descripción del estado de salud con cinco dimensiones: movilidad, cuidado personal, actividades cotidianas, dolor/malestar y ansiedad/depresión. Cada dimensión tiene codificados tres niveles de gravedad. En total pueden formarse 243 estados de salud diferentes. La segunda parte es una escala visual analógica que va de 0 (peor estado de salud) a 100 (mejor estado de salud) donde el individuo puntúa su estado de salud más parecido a su situación personal. En la tercera parte la persona puntúa hasta dieciséis estados de salud en una escala similar a la anterior, entre éstos se incluye el mejor y el peor estado de salud y el estado inconsciente; se pide al individuo que indique en qué lugar colocaría también el estado de muerte. Para finalizar el sujeto rellena un apartado con sus características sociodemográficas. Es el único instrumento adaptado al español que proporciona un índice

para ser usado en estudios de coste-efectividad y se está aplicando en distintos ámbitos clínicos.

El *cuestionario de calidad de vida (CCV)* (Ruiz y Baca, 1993) se desarrolló con el objetivo de disponer de un cuestionario genérico en español de calidad percibida en relación con la salud. Consta de 39 ítems que cubren cuatro áreas: respaldo social, satisfacción general, bienestar físico/psicológico y ausencia de sobrecarga de trabajo/tiempo libre.

El *perfil de calidad de vida en enfermos crónicos (PECVEC/PLC)* (Siegrist *et al.*, 1996) fue elaborado a comienzos de los 90 para la evaluación multidimensional de la salud y la CVRS, tanto en personas sanas como en enfermos. Consta de 40 ítems agrupados en seis escalas que se corresponden con seis dimensiones de la CVRS. La capacidad de actuación está medida por las escalas de función física y función social. El bienestar se mide por las escalas de bienestar físico mediante un listado de síntomas específicos; la escala de bienestar psicológico (estado de ánimo positivo más estado de ánimo negativo) y, por último, la escala de bienestar social. Finalmente tiene un módulo de características sociodemográficas de los individuos.

Dada la naturaleza en parte subjetiva del constructo, hay *consideraciones especiales* en su evaluación con pacientes psiquiátricos cuyo funcionamiento mental se encuentra afectado. La credibilidad de los autoinformes de los sujetos que normalmente no es cuestionada en sujetos con trastornos físicos, sí se pone en tela de juicio en el caso de los pacientes psiquiátricos, especialmente en aquellos que sufren trastornos psicóticos graves como la esquizofrenia o la depresión severa (Lehman, 1996; Atkinson, 1997). Se ha comprobado que aquellos sujetos que padecen esquizofrenia afirman tener una mayor calidad de vida que la que sus condiciones de vida reales podrían predecir. De hecho, si comparamos las evaluaciones objetivas y subjetivas en sujetos con esquizofrenia con otros clínicamente deprimidos, se observan puntuaciones más elevadas; sin embargo, cuando comparamos indicadores objetivos, los esquizofrénicos habían experimentado más experiencias aversivas en la vida que los deprimidos (Lehman, 1996; Atkinson, 1997). Los distintos autores han concluido por tanto que, en el caso de enfermedades psiquiátricas, las evaluaciones subjetivas de calidad de vida reflejan pobremente las condiciones ambientales, y sugieren que se pueden ver afectadas por factores sociales, afectivos y cognitivos.

Muchos investigadores adoptan un enfoque operativo y sugieren que sus instrumentos miden calidad

de vida, siendo probable que lo que midan sea algún aspecto de la capacidad funcional de los sujetos, o de lo que sienten o prefieren (perfiles de salud, índice de Katz, medidas de *bienestar psicológico*).

Por su parte, la Organización Mundial de la Salud crea en 1991 un grupo multicultural de expertos que llegan a algunos consensos básicos que fueron la base de la creación del *instrumento de calidad de vida* de la OMS (WHOQOL-100), que a diferencia de otros instrumentos, parte de un marco teórico para su construcción, desarrollándolo en diversas culturas. Este grupo de trabajo considera que las medidas de calidad de vida en relación con la salud deben ser:

1. *Subjetivas*: recoger la percepción de la persona involucrada.
2. *Multidimensionales*: relevar diversos aspectos de la vida del individuo, en los niveles físico, emocional, social, interpersonal, etc.
3. *Incluir sentimientos positivos y negativos*.
4. *Registrar la variabilidad en el tiempo*: la edad, la etapa del desarrollo por la que se atraviesa, etc.

Un ejemplo de buen cuestionario genérico fue el desarrollado por esta organización citada anteriormente, llamado WHOQOL (WHOQOL Group, 1994; 1995), considerado como una medida multicultural, que concede una gran importancia a la evaluación subjetiva y las condiciones de vida más que a su funcionamiento objetivo. Proporciona un perfil multidimensional en seis dominios amplios y 24 subdominios de calidad de vida. Los seis dominios son los siguientes: dominio físico, dominio psicológico, nivel de independencia, relaciones sociales, dominio ambiental y creencias personales y religiosas.

Cada día se cuenta con más herramientas específicas para valorar la calidad de vida en sujetos con enfermedades crónicas. Algunos cuestionarios de calidad de vida específicos con versión traducida y validada al castellano se reflejan en la Tabla 5.1:

En el caso de las afecciones neurológicas, aunque su número sigue siendo reducido, el *inventario de calidad de vida en la epilepsia (ICVE)* (*Quality of Life in Epilepsy Inventory*) (Jacobs *et al.*, 1993) es un cuestionario específico diseñado para medir la calidad de vida en aquellos sujetos que padecen epilepsia. Consta de 86 ítems agrupados en 17 escalas y tres preguntas independientes. Las escalas son: salud percibida, sensación de ataque, función física, rol de limitación física, rol de limitación emocional, energía/fatiga, atención/concentración, memoria, lenguaje,

**Tabla 5.1.** Instrumentos de evaluación de la calidad de vida en sujetos con enfermedades crónicas.

Objetivo	Cuestionario
• Enfermedades cardiovasculares.	<i>Quality of Life for Myocardial Infarction Questionnaire (QLMI).</i>
• Insuficiencia respiratoria crónica.	<i>The Chronic Respiratory Disease Questionnaire (CRDQ).</i>
• Asma.	<i>Asthma Quality of Life Questionnaire (AQLQ).</i>
• Oncológicos.	<i>Rotterdam Symptom Checklist-RSCL (eortc qlq-C30 RSCL).</i>
• Enfermedad de Parkinson.	<i>Parkinson's Disease Questionnaire (PDQ-39).</i>
• Déficit hormona del crecimiento.	<i>Adults Growth Hormona Deficiency Assessment (QoL-AGHDA).</i>
• Hemodiálisis.	<i>Kidney Disease Questionnaire (KDQ). QUALEFFO Questionnaire (QUALEFFO).</i>
• Osteoporosis.	<i>Osteoporosis Quality of Life Questionnaire (OQLQ).</i>
• Diabetes mellitus.	<i>Diabetes Quality of Life (DQOL).</i>

efectos de la medicación, función social, trabajo y conducción, soporte social, aislamiento social y trastorno para la salud. Las tres preguntas independientes son: función sexual, cambios en la salud y salud general. Existe una versión en español de este cuestionario (Torres *et al.*, 1999).

Las láminas *Coop-Wonca* podrían ser un buen instrumento de medida del impacto de diferentes diagnósticos y gravedad de patologías sobre la CVRS de diversos grupos poblacionales, como los enfermos de alzheimer, mujeres embarazadas, enfermos en hemodiálisis, e incluso personas adictas a la droga, por la rapidez de su cumplimentación y por ser de fácil comprensión, lo que favorece la autoadministración que evita el posible sesgo del entrevistador, aunque son necesarios más estudios que clarifiquen en profundidad las propiedades psicométricas de este instrumento. También se han utilizado como un indicador de resultado de salud en pacientes con infarto agudo de miocardio y cáncer. En sujetos con patología renal se han empleado diversos cuestionarios, tanto genéricos como específicos. Aunque no hay muchas investigaciones con las láminas de *Coop-Wonca*, sí se ha demostrado que éstas son más sensibles al estado funcional con respecto a otros instrumentos, como el perfil de salud de Nottingham. En el seguimiento de enfermos de hemodiálisis no sólo interesa conocer los resultados obtenidos en parámetros tales los niveles de fósforo o hemoglobina, sino también otras medidas que reflejen el impacto que está teniendo la enfermedad sobre la CVRS de los individuos.

Si las comparamos con otros cuestionarios se observan las siguientes ventajas: la sencillez y claridad a la hora de contestar a las preguntas, ya que la información visual es rápidamente integrada, y su breve-

dad, que favorece la realización de medidas repetidas en la misma población en diferentes momentos a lo largo del tratamiento. De las láminas de *Coop-Wonca* se posee una versión en castellano (Lizán *et al.*, 2000) con suficientes garantías métricas de calidad. Este instrumento que hemos citado consta de nueve escalas distintas de un único ítem, cada una de ellas tiene un título y plantea una pregunta que hace referencia a lo sucedido en o durante las dos últimas semanas. A estas preguntas se contesta con una de cinco posibles alternativas acompañadas de una viñeta o signo. Las posibles respuestas se puntúan de 1 a 5, siendo las puntuaciones mayores indicadores de una peor salud percibida. Los títulos de las dimensiones son:

- Forma física.
- Sentimientos.
- Actividades cotidianas.
- Actividades sociales.
- Cambio en el estado de salud.
- Estado de salud.
- Dolor.
- Apoyo social.
- Calidad de vida en general.

Por ejemplo, en el caso de la viñeta número 1 la pregunta es la siguiente: “Durante las dos últimas semanas... ¿cuál ha sido la máxima actividad que pudo realizar al menos durante dos minutos?”. Las opciones de respuesta son: muy intensa, intensa, moderada, muy ligera.

En algunos estudios (Arenas *et al.*, 2004) se ha podido comprobar que en los sujetos con hemodiálisis se obtienen resultados similares a los conseguidos mediante la utilización de otros cuestionarios. Como se ha manifestado en diferentes estudios, los pacientes añosos en hemodiálisis tienen una CVRS

similar a la de los pacientes más jóvenes, excepto en la dimensión de función física. En cuanto a las diferencias de género se encontró que el sexo femenino puntuaba más alto que los varones en las dimensiones relacionadas con la percepción del dolor y la realización de las actividades cotidianas. Este hallazgo se ha encontrado en diversas publicaciones que muestran que las mujeres tienen peor CVRS que los hombres, tanto en la población general como en la que está en tratamiento.

Arenas *et al.* (2004) se plantearon estudiar en un grupo de sujetos en hemodiálisis las propiedades de medición de las láminas de Coop-Wonca con el objetivo de establecer si reunían las condiciones para su uso rutinario. Realizaron un estudio transversal con 163 pacientes en programa de hemodiálisis cuya participación fue voluntaria. Estos autores obtuvieron puntuaciones más altas en las dimensiones “forma física” y “estado de salud” y la menor en la dimensión “actividades sociales”. Entre los principales factores asociados a un peor estado de salud percibida figuraban el sexo, la comorbilidad (presencia de diabetes y/o hepatopatía), la situación laboral y el medio de transporte. Un mayor tiempo en hemodiálisis se asoció a peores puntuaciones en las dimensiones “calidad de vida en general” y “dolor”. Los pacientes que se trasladaban en taxi o ambulancia presentaban peores puntuaciones en las dimensiones “forma física”, “actividades cotidianas” y “estado de salud”.

Como se puede observar, la mayoría de los instrumentos de CVRS han sido diseñados y pensados para adultos, habiéndose desarrollado en la última década diversas medidas para uso exclusivo de niños/as y adolescentes, aunque en España existan relativamente pocos.

## 4. AUTOCONCEPTO Y AUTOESTIMA

Se ha remarcado la importancia tanto del autoconcepto como de la autoestima como indicadores de bienestar psicológico y mediadores de la conducta (Markus y Wurf, 1987). De ahí que el autoconcepto físico pueda jugar un papel importante en el desarrollo y mejora del autoconcepto global, especialmente en aquellos individuos con niveles iniciales bajos de autoconcepto. Históricamente, el concepto del *yo* ha sido considerado como un sentimiento de identidad estable y muy amplio, aunque en la actualidad los teóricos sociales sugieren que el *yo* está sujeto a cambios

de acuerdo a las experiencias de la vida. Pues bien, el *autoconcepto* es una configuración organizada de percepciones del *yo* y un constructo multidimensional que contiene percepciones específicas en diferentes áreas o dominios, por lo tanto tiene varios subcomponentes. Es el conocimiento que la gente tiene de sí mismo e incluye percepciones sobre su funcionamiento intelectual, social, emocional y físico. Desde un punto de vista físico, incluye percepciones acerca de la apariencia física y de las habilidades físicas, y viene determinado por variables relacionadas con la aceptación y la competencia física (Fox, 2000). Algunos autores asumen que todo el mundo conoce el significado de este concepto, por lo que consideran innecesario definirlo de manera clara y académica ya que es un constructo hipotético no evaluable directamente (Marsh, 1997).

Shalveson *et al.* (1976) consideraron la necesidad de solucionar los problemas conceptuales, medida e interpretación, antes de centrarse en el estudio de la relación del autoconcepto con otras variables. En ocasiones, se han utilizado indistintamente infinidad de términos, lo cual añade confusión. Los términos que se suelen intercambiar con autoconcepto son: autovaloración (*self-estimation*), autoidentidad (*self-identity*), autoimagen (*self-imagery*), autopercepción (*self-perception*), autoconocimiento (*self-consciousness*). Aquéllos otros términos que más se intercambian con autoestima son: autoconsideración (*self-regard*), autogeneración (*self-reverence*), autoaceptación (*self-acceptance*), autorrespeto (*self-respect*), autovalía (*self-worth*), autosentimientos (*self-feeling*) y autoevaluación (*self-evaluation*). Otro de los problemas en relación con la definición de autoconcepto es la ambigua distinción existente entre distintos constructores relacionados, como autoeficacia y autoestima (Byrne, 1996).

Hattie (1992) considera que la mayoría de los términos empleados pueden ser categorizados en torno a los dos grandes términos del área: autoconcepto y autoestima, que se han utilizado a menudo indiferentemente, aunque el segundo es más apropiado utilizarlo para valorar la parte afectiva de un constructo más general, que es el autoconcepto, y porque la autoestima denota un componente evaluativo del autoconcepto el cual es más cognitivo. De hecho, para algunos autores la distinción entre ambos conceptos es más bien conceptual que práctico (Marsh, 1997).

La *autoestima* es la apreciación positiva o negativa que los sujetos tienen de sí mismos. Se define como la forma en que un individuo es capaz de expresar una idea positiva sobre sí mismo. Esto incluye

una evaluación personal, basada en la comparación cognitiva, y se considera como el componente evaluativo del autoconcepto (Campbell, 1984; Knapen *et al.*, 2005). Incluye los conceptos de competencia general, poder, autoaprobación y valía. Es claramente un concepto multidimensional que incluye la forma en que los sujetos se ven a sí mismos en todas las dimensiones de sus vidas. Por tanto, la autoestima hace referencia al autoconocimiento de la competencia física, la autoaceptación y la autoeficacia.

Niveles bajos de autoestima se encuentran relacionados con un bienestar psicológico disminuido y frecuentemente acompañan a determinados trastornos o enfermedades mentales como la depresión, la ansiedad y los trastornos de personalidad. Por otro lado, se cree que los individuos predispuestos hacia los desórdenes psicológicos son capaces de afrontar mejor estos problemas si muestran alta autoestima, reduciéndose por tanto las posibles consecuencias negativas resultantes. Por tanto, una mejora en los niveles de autoestima ha sido recomendada en el tratamiento de pacientes con problemas psicológicos. En relación a esto último, los efectos del ejercicio parecen ser más potentes para aquellos con niveles de autoestima iniciales muy bajos (McAuley *et al.*, 2000). Algunos investigadores piensan que la autoestima es la variable psicológica que más refleja los potenciales beneficios de la práctica de ejercicio de forma regular. Para algunas mujeres, una potencial mejora de la forma física les produce una sensación de bienestar que a su vez las hace sentirse más cómodas y les incrementa la autoconfianza.

Los estudios realizados indican que el ejercicio aeróbico puede tener efectos más pronunciados, pero que esto podría deberse a que existe poca investigación realizada con ejercicio anaeróbico. Como la autoestima es un concepto bastante complejo, los estudios sugieren ciertos subcomponentes que contribuyen a la autoestima personal, incluyendo la competencia física percibida, la condición física, la imagen corporal y la fuerza (Scully *et al.*, 1998). Debido a que multitud de variables influyen en la autoestima es importante señalar que una persona puede valorar positivamente su condición física y negativamente su forma corporal.

La semejanza entre los conceptos de autoeficacia y autoconcepto tiene que ver con su carácter eminentemente cognitivo. A este respecto Bandura señalaba (1977) que aunque las creencias de confianza del individuo son esenciales para ambos conceptos, los dos representan fenómenos distintos y no deben ser con-

siderados como sinónimos. Según el mismo autor el autoconcepto podría definirse como la visión global de uno mismo que se forma a partir de la experiencia directa y de las evaluaciones de otras personas significativas. En este sentido, el autoconcepto se evalúa preguntando a las personas en qué medida determinadas afirmaciones descriptivas de atributos pueden ser aplicadas a ellas mismas (Bandura, 1997).

En ocasiones también se han utilizado los términos de autoconcepto y *self*, traducido como sí mismo, como si fueran intercambiables. Sin embargo, un autoconcepto es una idea sobre algo, hace referencia a una construcción cognitiva, mientras que el *self* es la entidad a la cual se refiere el autoconcepto (Baumeister, 1998) y sería un concepto mucho más amplio que incluye a otras variables más concretas, como el autoconcepto o la autoestima.

Buckworth y Dishman (2002), tratando de diferenciar y al mismo tiempo relacionar de forma sencilla el autoconcepto y la autoestima, consideran que el autoconcepto es la representación individual y objetiva sobre quiénes somos, mientras que la autoestima representa el cómo nos sentimos respecto a quiénes somos.

Siguiendo en la línea del efecto positivo del ejercicio sobre la mejora del autoconcepto y la autoestima, uno de los modelos más importantes fue el desarrollado por Sonstroem y Morgan (1989), y posteriormente abordado por Fox (2000), el cual representa la base teórica del modelo de autoconcepto jerárquico. En él se propone que las autopercepciones físicas (fuerza física, imagen corporal) pueden incrementarse mediante la actividad física, lo que a su vez puede conducir a una reducción de la depresión y la ansiedad. (Figura 5.3).

John y MacArthur (2003), tras una revisión de numerosos estudios en los que se relacionaban los niveles de autoestima con la salud, estableció que altos niveles de autoestima se relacionaban con la manifestación de estados de salud positivos, con prácticas saludables, comportamientos orientados hacia el bienestar, iniciativas personales orientadas hacia la mejora personal y sentimientos de disfrute y placer. Por otra parte, tras relacionar el autoestima con las causas de mortalidad en la población se observó que había una clara asociación entre éstas (aspectos socioeconómicos, psicosociales, hábitos o enfermedades) y bajos niveles de autoestima.

A la gente mayor, como en otras edades, les gusta pensar que son razonablemente eficaces. Sus percepciones de competencia se han encontrado relacionadas con la forma física, con la adherencia a progra-

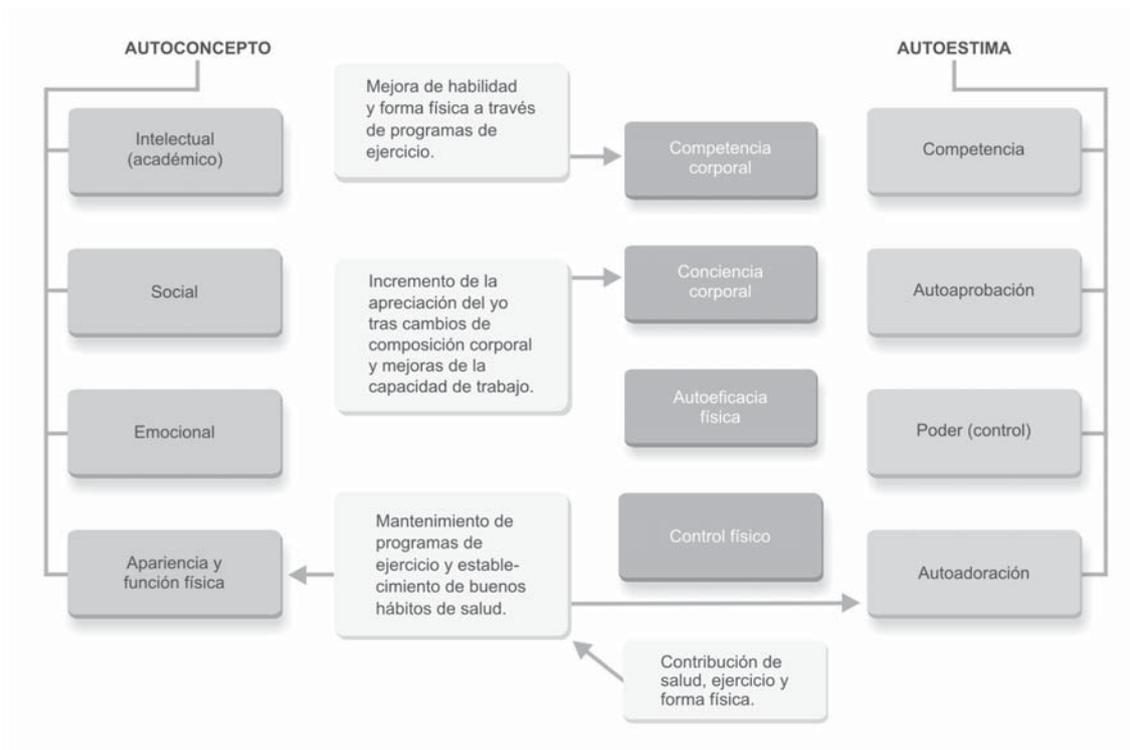


Figura 5.3. Componentes de autoconcepto y autoestima e interacción con el ejercicio.

mas estructurados de actividad física, con el grado de funcionamiento físico y con la satisfacción con la propia vida. Un factor determinante en el grado de actividad que mantienen es su tendencia a subestimar sus capacidades físicas, lo cual es probable cuando comparan su propia competencia con la de los jóvenes o con la que tuvieron en años anteriores.

Pocas experiencias son tan visibles en la vida como los movimientos físicos. Cuando una persona intenta realizar algún tipo de actividad física, como correr una determinada distancia o aprender algún deporte, sus esfuerzos son fácilmente observables. Es por esto que el realizar actividad física tiene un papel tan importante en el desarrollo y el mantenimiento de la autoestima. A partir de 1980 en muchos hospitales psiquiátricos se implantó el ejercicio físico como una forma de terapia adicional en sujetos que sufren variadas enfermedades mentales, tales como psicóticos, depresión, ansiedad y trastornos alimentarios, con un doble objetivo, incrementar el bienestar psicológico de estas personas y mejorar su forma física. Los programas consistían generalmente en una gran variedad de deportes y juegos, actividades físicas y entrenamiento en relajación (Bosscher, 1993), al cual se denominó programa general de terapia psicomotriz. El desarrollo de este tipo de programas parte de distintos hallazgos científicos que sostienen que muchos

tipos de ejercicio pueden ser efectivos, pero que los beneficios son aún mayores con el ejercicio aeróbico y el entrenamiento con cargas, tienen efectos terapéuticos en la depresión y la ansiedad de grupos pequeños de sujetos no clínicos (Bidlle y Mutrie, 2001), en la evidencia de que estos programas mejoran la salud física y la forma física, y en la información dada por los propios sujetos de los beneficios psicológicos de los programas personalizados y graduales de ejercicio (Pollock *et al.*, 1998; Knapen *et al.*, 2005). La explicación de la efectividad de ambos tipos de ejercicio podría venir dada porque se producen rápidos, visibles y mensurables mejoras en la fuerza muscular, lo cual produciría sentimientos de maestría y control que a su vez mejorarían las autopercepciones sobre la propia forma física cardiorrespiratoria.

En un interesante estudio realizado por Knapen *et al.* en el 2005 se compararon los cambios en el autoconcepto físico, en la autoestima global, en la depresión y la ansiedad tras la participación en uno de dos programas de terapia psicomotriz de dieciséis semanas de duración para pacientes psiquiátricos no psicóticos. Uno de los programas consistía en ejercicio aeróbico y en entrenamiento de la fuerza, el otro era general e incluía diferentes formas de ejercicios físicos y entrenamiento en relajación. Tras las dieciséis semanas de duración de la intervención se exa-

minaron las distintas variables mediante cuestionarios específicos de autoestima, depresión y ansiedad, respectivamente. El segundo objetivo de este estudio era estudiar la relación entre cambios en estas variables. Las conclusiones a las que llegaron fueron que ambos programas de terapia psicomotriz son igualmente eficaces para mejorar el autoconcepto físico. Las relaciones entre mejoras en el autoconcepto físico y mejoras en la autoestima global, depresión y ansiedad, apoyan el papel potencial del autoconcepto en el proceso de recuperación de pacientes psiquiátricos ansiosos y deprimidos. Los resultados que se obtuvieron mostraron mejoras en el autoconcepto físico que correlacionaban con incrementos en la autoestima global y descensos en los niveles de ansiedad y depresión, lo que viene a corroborar el papel potencial del autoconcepto físico en la recuperación de algunos trastornos mentales.

Se sabe relativamente poco acerca de la relación entre competencia física y autoestima global o la forma física en las personas mayores. Tucker (1984) encontró que los hombres adultos mejoraban su autoestima global después de un semestre de entrenamiento de pesas; Collingwood (1972), con un programa breve de ejercicio anaeróbico (cuatro semanas y diez semanas respectivamente), observó que mejoraban su autoestima. En el caso de este último estudio, la autoestima mejoraba sólo cuando el ejercicio se acompañaba de información acerca de los efectos del ejercicio a corto y largo plazo.

Los resultados procedentes de escasas investigaciones muestran que mantener el tono muscular, la fuerza y la resistencia a través de una actividad física diaria mejora la autoestima. La comprensión realista de sus propias capacidades físicas y la observación de sus mejoras mediante la actividad física da a los sujetos autoconfianza y facilita la aparición de cambios positivos en los estilos de vida, a la vez que favorece la aparición de sentimientos de bienestar (Gillet, 1989).

Sonstroem (1984) buscó posibles explicaciones de por qué la participación en programas de actividad física se encontraba relacionado con puntuaciones más elevadas en autoestima. La primera que encontró fue que los incrementos visibles en la mejora de la forma física aumentaban la autoestima. Otras razones pueden ser que el participar en programas de mantenimiento permite ver cómo se van consiguiendo determinadas metas, hace a los sujetos sentirse mejor físicamente y desarrollar un sentido de competencia que les provoca sentimientos de maestría y control. Además, les hace desarrollar hábitos saludables de

vida con respecto a la alimentación y el sueño, por ejemplo, que finalmente les hace sentirse más a gusto consigo mismos. Finalmente, la ganancia de experiencias sociales les hace continuar con el programa para estar cerca de los otros. Todos estos factores pueden contribuir a mejorar la autoestima.

Sonstroem y Morgan (1989) desarrollaron un modelo explicativo acerca del papel del ejercicio como intervención en el desarrollo y mantenimiento de la autoestima. Incluye los tres aspectos de la autoestima que se han relacionado con el ejercicio: autoeficacia física, competencia física, aceptación física y autoestima (Figura 5.4).

El conocimiento del propio cuerpo contribuye a la autoestima durante la vida, la gente mayor considera que los cambios físicos de su cuerpo son negativos y que además son la gran fuente de cambios durante los últimos veinte años (Ryff, 1989). Gente de todas las edades tienen un concepto negativo de los cambios (la apariencia física de los mayores es menos atractiva) que acompañan el transcurso de la vida.

Hasta ahora hemos podido comprobar que el ejercicio tiene un impacto positivo sobre los niveles de autoestima. Con el fin de conocer la posible doble direccionalidad de la relación entre ambos conceptos, debemos tener en cuenta que los niveles de autoestima también van a tener un impacto sobre la práctica de ejercicio físico. Este aspecto ha sido recogido por Frank y Gustafson (2001) a través de numerosas investigaciones, a partir de las cuales se ha podido conocer, por ejemplo, que adolescentes con bajos niveles de autoestima muestran tendencias hacia los desórdenes alimenticios, ya sea por un consumo excesivo o muy limitado de alimentos, así como una menor probabilidad de implicarse en actividades físicas. También se observó que estudiantes masculinos con alta autoestima corporal tendían a incrementar sus niveles de ejercicio físico, mientras que la práctica era menor cuando manifestaban niveles bajos en su autoestima. Asimismo, en personas adultas se pudo demostrar que aquellos que manifestaban juicios o valoraciones personales positivas sobre aspectos físicos mostraban una gran autoestima general, relacionándose a su vez con una mayor autoconfianza en la práctica del deporte, con el nivel de acondicionamiento físico, con una percepción de imagen corporal atractiva o con los niveles de fuerza. Por otro lado, se pudo observar que, en las personas que no consideraban la práctica de ejercicio como algo esencial en su estilo de vida, no se producía una relación entre la autoestima y el ejercicio, como hemos visto anteriormente.

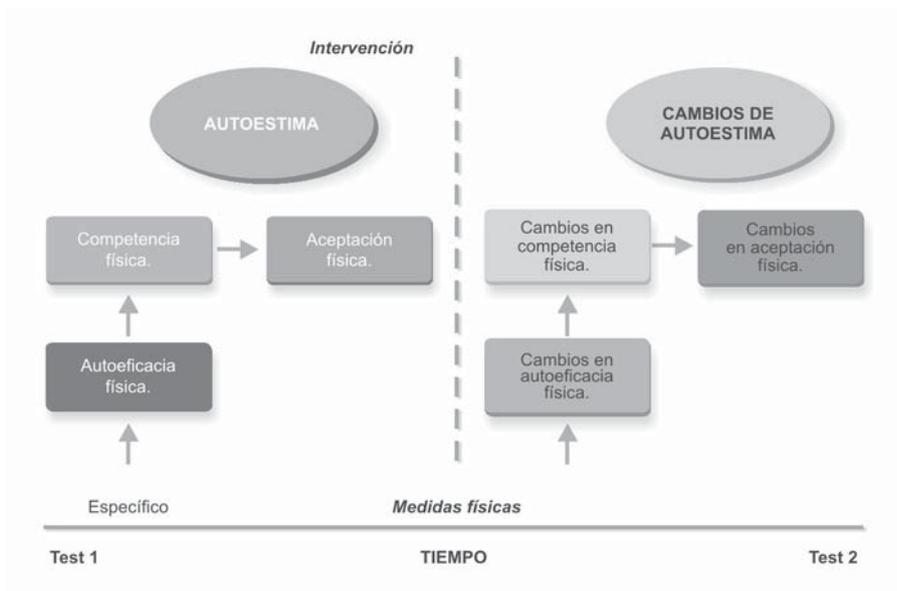


Figura 5.4. Modelo para el examen de la interacción ejercicio-autoestima.

## 5. AUTOEFICACIA

La autoeficacia física es otro importante componente del bienestar. Se definió originalmente como “la creencia de que uno es capaz de ejecutar con éxito un determinado comportamiento requerido para obtener unos resultados” (Bandura, 1977). Es decir, hace referencia a que la creencia que tiene un sujeto acerca de su propia capacidad de ejecutar tareas específicas no implica su capacidad real sino la creencia que tiene sobre si puede realizarlas o no; hace referencia a los juicios de los individuos sobre sus capacidades para ejecutar una acción que le conduzca al logro de determinado rendimiento. Mientras que los sentimientos de competencia corporal contribuyen al conocimiento corporal, las tareas físicas relacionadas con la autoeficacia se refieren al grado de convicción que tienen los individuos sobre su potencial de ejecución de una determinada tarea. Por lo tanto, no es un rasgo general, sino situacional, específico de una situación determinada que cobra una gran importancia dentro del marco de la *teoría cognitivo-social* de Bandura. Este conjunto de juicios referidos al *self*, a los que Bandura (1986) hace referencia, se relacionan con las expectativas de eficacia personal formando parte de lo que se denomina la capacidad psicológica de autorreflexión.

También es importante distinguir entre autoeficacia (expectativas de autoeficacia) y expectativas de resultados, ya que éstas últimas son definidas como “la creencia de que un determinado comportamiento

producirá unos determinados resultados” (Bandura, 1977). Las expectativas, tanto de eficacia como de resultados, no se consideran como variables estables y globales, sino como cogniciones específicas y cambiantes que se forman y reelaboran a partir de distintas fuentes de información. Ambos aspectos son importantes para dirigir la motivación, aunque si la realización de un comportamiento no tiene como consecuencia la obtención de resultados es probable que éste no se repita, y viceversa. El mismo autor reconoce que para que una persona tenga una buena actuación dentro de un ámbito determinado necesita tener expectativas de resultados, las habilidades y los recursos necesarios, y no sólo una alta autoeficacia.

Este constructo de autoeficacia que acabamos de citar (Bandura, 1977) ha generado durante los últimos veinte años una cantidad considerable de estudios empíricos. En parte de estos estudios se ha tratado la autoeficacia como variable independiente, analizando sus efectos sobre la motivación y su papel como mecanismo terapéutico común a diferentes intervenciones psicológicas. En otros estudios se ha considerado la autoeficacia como variable dependiente, examinando el impacto de diferentes tipos de información sobre esta variable cognitiva y cómo la autoeficacia para realizar tareas concretas se generaliza a otro tipo de tareas y situaciones (Alvarez Moleiro y Villamarín, 2004). Aunque a menudo se utiliza conceptualmente como resultado de la realización de actividad física, también se encuentra implicado en los mecanismos que explican las relaciones entre el ejercicio y otros

factores psicosociales, tales como el estrés, la ansiedad, la depresión, los estados emocionales y el bienestar psicológico.

La autoeficacia no debe por consiguiente ser confundida con otras variables cognitivas que también se refieren al *self* (Villamarín, 1990), como son la autoestima y el locus de control. Por ejemplo, dimensiones de la autoeficacia han sido utilizadas para explicar la relación entre ejercicio y mejora de la autoestima. Como hemos visto, la autoestima consiste en el aprecio global que uno mantiene sobre sí mismo, es un constructo global y posee un componente afectivo, mientras que la autoeficacia está formada por los propios juicios específicos fríos sobre las propias habilidades, careciendo por tanto de todo componente emocional. En el caso del locus de control (Rotter, 1966, 1975) es una expectativa de resultados de carácter general referido a si los resultados dependen o no de la conducta o son incontrolables. Si comparamos el autoconcepto con la autoeficacia, el primero es más global y menos dependiente del contexto (Pajares y Miller, 1994) ya que el autoconcepto recoge creencias más generales de autoavaliación asociadas con la competencia percibida por la persona en un dominio determinado y está más influido por el marco de referencia y la comparación social que la autoeficacia.

Para evaluar la autoeficacia, los investigadores han preguntado a los sujetos qué creen que son capaces de realizar y si creen o no en la evaluación de sus propias capacidades. Las personas mayores que no tienen mucha experiencia con el ejercicio, el deporte o el trabajo físico, cuando se les pregunta, por ejemplo, qué distancia serían capaces de caminar, no suelen tener una idea clara sobre sus capacidades o incluso pueden sobreestimarlas. Para aquellos individuos que han sido activos físicamente a lo largo de sus vidas, encontrar un camino para continuar siéndolo, ser físicamente competentes, es un logro extremadamente importante para su sentido del bienestar. En ocasiones, muchos individuos que se inician en una determinada actividad cambian sus creencias sobre sus propias capacidades después de observar cómo otras personas mayores se mueven tras varias semanas de ejercicio.

Las mejoras en el bienestar psicológico que siguen al ejercicio parecen deberse a mejoras en los sentimientos de maestría y a un incremento en la autoeficacia. En un estudio realizado con personas mayores de 60 años que participaban en un programa de natación, se observó un incremento de la autoeficacia, mientras que el grupo control no lo experimentó

(Hogan y Santomier, 1984). Investigaciones similares llevadas a cabo en personas que no gozaban de buena salud, por ejemplo sujetos con trastornos obstructivos pulmonares, han mostrado incrementos en la autoeficacia y en las expectativas de hacer ejercicio tras las sesiones (Kaplan *et al.*, 1984). Otra investigación realizada con un grupo de mujeres con edades entre 59 y 72 años que tenían sobrepeso y que participaban en un programa aeróbico moderado y ejercicios musculares tres días por semana durante once semanas, mostró mejoras en la autoestima con respecto al grupo control que no hacía ejercicio (Gillet, 1989).

Más importante aún, estos sentimientos de control y maestría y mejora de la autoestima, en algunos casos se generalizan a otras tareas o situaciones. Hogan y Santomier (1984) pudieron comprobar que el 78% de los nadadores mayores de su estudio ampliaron sus sentimientos de incremento de la autoeficacia a otras tareas no directamente relacionadas con la natación.

Relacionando autoeficacia y salud, John y MacArthur (2004) señalan que una percepción de autoeficacia elevada en los sujetos se relaciona con una manifestación evidente de estados generales de salud positivos, así como también con respecto a situaciones específicas relacionadas, como por ejemplo, descenso en el consumo de tabaco, mejor gestión personal del dolor, control del peso corporal o mayor adherencia a programas de protección de la salud.

En definitiva, los cambios positivos en cuanto a las habilidades físicas a consecuencia de un programa de ejercicio sistemático tienen más repercusión que las mejoras físicas en sí, ya que suponen la consecución de una meta, el incremento de la autoeficacia y la autodisciplina, así como un camino de vuelta quizás temporal en el proceso que ha ocurrido a consecuencia de la edad.

Un modelo que incorpora tanto al autoconcepto como a la autoestima para explicar la influencia del ejercicio sobre la autoestima global es el desarrollado por Sonstroem y Morgan (1989) ampliado posteriormente (Sonstroem, Harlow y Josephs, 1994). Este modelo es jerárquico y multidimensional que tiene en la cúspide el autoconcepto/autoestima global, que va de lo general a lo específico.

La práctica de actividad física en las personas mayores reporta una serie de beneficios positivos para la salud que ayudan a retrasar el proceso del envejecimiento y a minimizar las consecuencias negativas que trae consigo. En este sentido, De Pablo y Maroto (1996) señalan que la práctica habitual de ejercicio

físico retrasa la aparición de dichos cambios, manteniendo una capacidad funcional que permite llevar una vida más independiente y activa.

## 6. LA IMAGEN CORPORAL

### 6.1. Aspectos conceptuales

El término imagen corporal ha sido tradicionalmente utilizado para caracterizar el cuerpo (superficie, grosor...), así como para describir las actitudes, emociones y reacciones de una persona ante su propio cuerpo, de acuerdo con su personalidad (Woodburn *et al.*, 1997). Desde un punto de vista conceptual, la imagen corporal puede ser vista como la relación entre el cuerpo de una persona y los procesos cognitivos, como creencias, valores y actitudes (Volkwein y McConatha, 1997). Desde esta perspectiva, la imagen corporal puede definirse como una representación interna, mental, o autoesquema de la apariencia física de una persona. Para Brodie *et al.* (1989) la imagen corporal abarca tres conceptos: 1) la percepción corporal, definida como la percepción para estimar el tamaño del cuerpo, 2) el concepto corporal y 3) el límite corporal. Por su parte, Gallager (1986) argumentaba que la imagen corporal es un fenómeno complejo compuesto por tres aspectos: el perceptual (ya que el cuerpo es percibido conscientemente), el cognoscitivo y el emocional (el cual incluye los sentimientos y las actitudes que la persona tiene acerca de su propio cuerpo).

La imagen del cuerpo constituye, pues, una parte muy importante de la autoestima de muchas personas, especialmente trascendental en algunas edades y en la etapa de la adolescencia, y sobre todo lo es para la mayoría de las mujeres. Es la representación mental del propio cuerpo, puede ser del cuerpo como una unidad o también de cada una de las partes que lo componen, es a través de los sentidos (la vista, el oído, el tacto...) que llegamos a formarnos una imagen mental de todas nuestras características físicas. En la actualidad sabemos que la mejora de la apariencia física es uno de los objetivos primordiales y uno de los principales motivos por los que se empieza a hacer ejercicio, especialmente en las mujeres. Algunos estudios han sugerido que al mantenerse activas incrementan la satisfacción con su imagen corporal. También han señalado que la autoestima en la mujer se encuentra asociada a menudo con la imagen corporal y la realización de ejercicio, siendo relativamente fácil observar factores cultu-

rales y sociales que afectan el desarrollo de la imagen corporal del ser humano y sus consecuencias cuando se busca mejorar la aptitud física en los gimnasios.

La imagen corporal ha sido definida de muchas maneras, “como la experiencia subjetiva o sentimiento que un/a niño/a tiene de su cuerpo derivado de estímulos sensoriales internos y de las impresiones que cree que tienen los demás de él/ella”. Cuando hablamos de pensamientos nos referimos a actitudes, ideas y creencias sobre el propio cuerpo, a veces se limitan a los datos objetivos, otras añaden juicios de valor, por ejemplo: “Si estoy más llenita resultaré menos atractiva”. Muchas veces estos pensamientos van dirigidos a partes concretas del cuerpo, las que más les preocupan. En las mujeres suele ser el tamaño de los muslos, las caderas, mientras que en los hombres, las dimensiones del tórax o los hombros.

En este sentido, apariencia física y autoestima se encontrarían fuertemente correlacionadas, ya que muchas personas con un bajo ajuste personal se sienten poco atractivas físicamente hablando. Desde un punto de vista general, se define como “la imagen subjetiva del propio cuerpo”, abordándose su estudio en ocasiones mediante la valoración de las actitudes hacia varias partes del cuerpo y sus funciones.

Sabemos que es un constructo complejo que incluye sentimientos, pensamientos y percepciones acerca de la apariencia física (Scully *et al.*, 1998). En general, las mujeres, en comparación con los hombres, tienden a tener una imagen física menos positiva que los hombres y pueden llegar a estar muy preocupadas por la ganancia de peso (Hausenblas y Fallon, 2002), además las mujeres en general tienden a ver su cuerpo desde un punto de vista estético, mientras que los varones consideran aspectos tales como la fuerza, la velocidad o la coordinación (Franzoi, 1995), por lo tanto es más probable que las mujeres se impliquen en actividades no competitivas, como el aeróbico, con el fin de mantenerse en buena forma física.

### 6.2. Formación y componentes de la imagen corporal

Las personas aprenden a evaluar sus cuerpos a través de su interacción con el ambiente. De esta manera, su autoimagen se desarrolla y es evaluada continuamente durante la vida entera (Becker Jr, 1999). En realidad la imagen corporal es una entidad multifacética que comprende las dimensiones física, psicológica y social (Volkwein y McConatha, 1997).

A edad temprana el hombre y la mujer desarrollan un esquema corporal o estructura cognitiva a través de la percepción de cómo sus cuerpos están estructurados. Producto del modelo que reproducen medios comunicación de masas hacia los cuerpos atractivos, no nos sorprende que una parte de nuestra sociedad se lance a la búsqueda de una apariencia física idealizada. En las últimas décadas, por una búsqueda compulsiva a buscar una anatomía ideal, sobre todo en las mujeres, se ha producido un aumento considerable de los trastornos de la alimentación, como la anorexia nerviosa y la bulimia (Nagel y Jones, 1992).

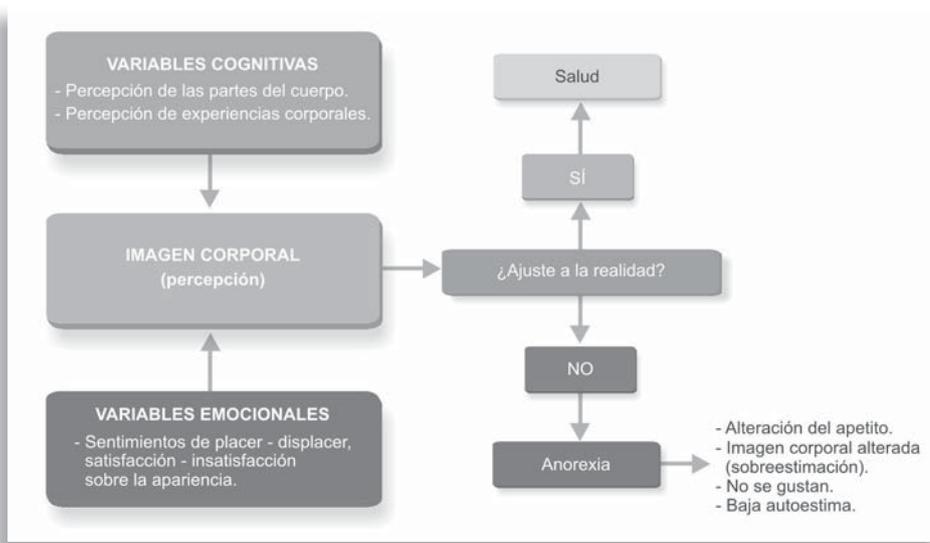
Se acepta generalmente que la imagen corporal abarca aspectos cognitivos, incluyendo las percepciones acerca de nuestro cuerpo y nuestras experiencias corporales, y aspectos emocionales, referidos al placer o displacer, a la satisfacción o insatisfacción que experimentamos acerca de su apariencia y su función (Figura 5.5). Tanto cogniciones como emociones son subjetivas y pueden acercarse a la realidad o no. Ambos componentes de la imagen corporal han sido estudiados necesariamente mediante diferentes instrumentos de medida. El aspecto perceptivo hace referencia a la relación de congruencia existente entre lo que subjetivamente vemos y las medidas objetivas. Alteraciones de la imagen corporal: se puede estar distorsionando la percepción del tamaño del cuerpo, de la silueta o sólo una parte específica del cuerpo. En general hay una tendencia a sobreestimar las dimensiones del cuerpo. Esto es un error que se presenta en la población en general, pero en especial en las mujeres jóvenes. Especialmente las mujeres con tras-

tornos alimentarios distorsionan aquellas partes que más les preocupan, a su vez determinadas por razones culturales y que suelen corresponder a la mitad inferior del cuerpo. Esta percepción es errónea y les lleva a una imagen corporal negativa, les desagrada su cuerpo y se sienten mal, siendo la autoestima baja: la anoréxica extremadamente delgada sobrevalora sus dimensiones.

- Alteraciones interoceptivas: actúa como si los estímulos internos relacionados con el hambre, la saciedad no fueran percibidas o lo fueran de forma anómala.
- Alteración en la percepción del peso, la talla o la silueta corporal: por ejemplo, la persona se queja de que se encuentra obesa aun estando delgada, o creen que alguna parte de su cuerpo resulta desproporcionada, incluso estando por debajo del peso normal.
- En los hombres también se producen distorsiones pero en menor grado y frecuencia y el objeto de la distorsión suele ser más diverso: la anchura de espalda o la dimensión de la caja torácica.

### 6.3. Estudios realizados sobre la influencia de la actividad física y el ejercicio sobre la imagen corporal

Se han realizado muchas investigaciones tanto cuantitativas como cualitativas en relación a la imagen corporal. Las de corte cuantitativo han utilizado



**Figura 5.5.** Factores relacionados con la imagen corporal.

fundamentalmente cuestionarios psicométricos con diseños de investigación intragrupo (antes y después del experimento) o entre grupos (hombres y mujeres; practicantes y no practicantes), mientras que la mayoría de las investigaciones cualitativas han empleado la observación y la entrevista. Aunque en ocasiones se han utilizado medidas no apropiadas para estudiar la imagen corporal real e ideal de la mujer, hoy sabemos que son necesarios instrumentos de medición fiables y válidos dirigidos a las distintas dimensiones de la imagen corporal. Algunos resultados procedentes de los estudios muestran que el ejercicio conduce a una mayor satisfacción corporal para ambos géneros (Caruso y Gill, 1992; Seggar, McCammon y Cannon, 1988). En estos estudios se muestra que mejoras en la forma física se encuentran asociados con mejoras paralelas en la imagen corporal aunque más en las mujeres; otros en cambio especulan que tanto énfasis social en la forma física y en la imagen corporal puede llevar a una búsqueda narcisista de una imagen ideal (Davis y Cowles, 1991). Mientras que algunos estudios se centran en las actitudes hacia distintas partes del cuerpo y sus funciones, en otros en cambio se ha investigado la relación entre imagen corporal y la conducta de ejercicio, o entre imagen corporal y relaciones sociales. Otros por el contrario afirman que los resultados son contradictorios y más complejos de lo que pueden reflejar las medidas de satisfacción corporal. En definitiva, aunque las conclusiones varían de unos a otros, la mayoría de ellos sostienen que las mujeres consideran que el ejercicio y la apariencia física están estrechamente relacionados (Balogun, 1987; Warrick y Tinning, 1989; Daley y Parfitt, 1996).

Aunque parece intuitivo que la mejora en el funcionamiento físico se acompañe de percepciones más positivas sobre la propia imagen corporal, no se han realizado demasiadas investigaciones para dilucidar la naturaleza de dicha relación. En un estudio realizado por Sidney y Shephard (1976), administraron un test sobre la imagen corporal en el que se preguntaba: ¿Cómo me gustaría que fuese mi cuerpo? ¿Cómo es en la realidad? a un grupo de ancianos (con una edad media de 66 años) antes y después de un programa de ejercicio de catorce semanas de duración. No encontraron modificaciones en las respuestas tras el programa de ejercicio; sin embargo, cuando analizaron las puntuaciones considerando intensidad y frecuencia del ejercicio durante esas catorce semanas, encontraron que la imagen corporal cambiaba en aquellos que hacían más ejercicio. Esto es, aquellos que entrenaban más (mayor frecuencia e intensidad)

mejoraban significativamente su imagen corporal tras el ejercicio aproximándose más a la imagen corporal deseada. Los que entrenaban a un nivel medio también mejoraban aunque en menos proporción. Aquellos sujetos que entrenaban menos no mostraron descensos en las discrepancias entre su imagen corporal y la ideal, aunque su imagen corporal permaneciera inmutable. En definitiva, las escasas investigaciones realizadas muestran que programas de ejercicio organizado mejoran la imagen corporal, incrementándose también los niveles de autoestima. Estudios más recientes han observado también mejoras en la imagen corporal de estudiantes masculinos y femeninos tras un programa de ejercicio de cuatro semanas de duración (Williams y Cash, 2001). Para ambos géneros se produjeron mejoras en la satisfacción corporal y en la autoeficacia física, a la vez que se redujo la ansiedad social.

Se sabe que tanto el autoconcepto como la imagen corporal se pueden ver afectados por la participación deportiva. Hasta ahora la investigación realizada sobre el efecto del deporte en el autoconcepto y la imagen corporal, y sobre las relaciones entre autoconcepto y satisfacción corporal, han llegado a conclusiones confusas poco consistentes, ya que en algunos estudios se han encontrado diferencias significativas en el autoconcepto a consecuencia de la práctica de ejercicio, mientras que en otros no se obtienen tales diferencias entre deportistas y no deportistas.

Se han producido en los últimos años cambios en las técnicas empleadas para la evaluación de la imagen corporal. Inicialmente las investigaciones se centran en las percepciones del propio cuerpo (Adame *et al.*, 1989); o en escalas que puntuaban el grado de satisfacción o disatisfacción corporal con partes específicas o de algunas de sus funciones (Tucker, 1981). Las actitudes hacia la imagen corporal se miden a menudo mediante descripciones verbales e inventarios, en las que se utilizan imágenes visuales (Lenart *et al.*, 1995; Goldberg *et al.*, 1996), como, por ejemplo, la *escala de satisfacción corporal* (BSS), que consiste en nueve dibujos de sujetos de ambos géneros que van desde muy delgados a muy obesos. A los sujetos se les pide que señalen el dibujo que ellos creen se parece más a ellos y cuál representaría su peso ideal (Eklund y Crawford, 1994).

Últimamente muchas investigaciones ha incorporado el concepto de “ansiedad social física” para medir la imagen corporal. La ansiedad física social se define como el grado de ansiedad asociado a una representación física determinada. Según Hart *et*

*al.* (1989), el término “físico” se refiere a la forma y estructura del propio cuerpo, específicamente porcentaje de grasa y las proporciones corporales generales. Aquellos sujetos que puntúan alto en ansiedad social física se muestran significativamente preocupados por la valoración social que de su cuerpo hagan los demás. Cabría preguntarse si la ansiedad social física podría inhibir las conductas relacionadas con el ejercicio, aunque no en su totalidad, si, como demostró Spink (1992) existe cierta relación entre tener una elevada ansiedad social física y tener preferencias por hacer ejercicio lo más privadamente posible o no muy públicamente al menos. Este autor comprobó que aquellos sujetos que evitaban hacer ejercicio en un lugar público era porque esto les permitía a otros hacer juicios de su apariencia física. En otro estudio similar realizado por Frederick y Morrison (1996) se demostró que aquellos sujetos que tenían una ansiedad social física elevada realizaban ejercicio por motivos extrínsecos, tales como la mejora de la apa-

riencia física, aunque estos sujetos mostraban un alto grado de adherencia al ejercicio, y que en general las mujeres obtenían puntuaciones más elevadas que los hombres.

En un estudio en el que se combinaron métodos cuantitativos y cualitativos, Frederick y Shaw (1995) predijeron que la imagen corporal podría determinar la decisión de un grupo de mujeres de participar en sesiones de aerobio. Aunque no empleaban el concepto de ansiedad física social, como los estudios citados previamente, sí que investigaron la asociación entre imagen corporal y conducta de ejercicio. El análisis de los datos procedentes de las entrevistas mostró que los factores asociados con la imagen corporal alteraban las experiencias de los sujetos con respecto al aerobio, ya que algunas mujeres manifestaban pasárselo menos divertido cuando se encontraban con otras mujeres a las que consideraban más atractivas desde un punto de vista corporal.

# Relación entre actividad física y salud mental: el papel del ejercicio en personas con depresión

René González Boto y Sara Márquez Rosa

## OBJETIVOS

- Conocer qué es la depresión, cómo se manifiesta y cuáles son los trastornos mentales más importantes relacionados a través de su descripción clínica.
- Desarrollar las causas que pueden dar origen a la depresión, así como conocer los indicadores de prevalencia poblacional más significativos.
- Describir los distintos tipos de tratamiento y los efectos descritos en personas afectadas por trastornos depresivos.
- Conocer cuáles son los efectos del ejercicio físico sobre los niveles de depresión.
- Establecer unas pautas metodológicas, consideraciones prácticas y hacer constar las dificultades asociadas en la prescripción de ejercicio físico en personas con depresión.

## 1. INTRODUCCIÓN

La mayoría de las personas han experimentado periodos de tristeza y de hecho llegan a sufrir en algún momento de su vida situaciones de depresión y ansiedad y otros trastornos emocionales. Los sentimientos de infelicidad que acompañan a la depresión pueden ser transitorios, pero cuando la depresión persiste y perjudica la vida diaria, puede indicarnos la existencia de un trastorno depresivo importante. La gravedad, la duración y la presencia de otros síntomas son los factores que distinguen la tristeza normal de un síndrome depresivo.

La depresión es una enfermedad que puede afectar a cualquiera, independientemente de la edad, raza, clase social y género, y en ocasiones se le ha llamado “el resfriado común” de las enfermedades mentales. Existen evidencias de que su prevalencia va en aumento. Más allá de los simples cambios de estados de ánimo experimentados día a día, algunas formas de depresión pueden alcanzar una mayor duración en el tiempo (Dishman, 1986), produciendo un gran

impacto en los individuos y en la sociedad, por lo que podemos afirmar que las enfermedades mentales son un gran problema para la salud y el bienestar, con importantes costes económicos para la seguridad social, ya que un sujeto deprimido necesita más cuidados sanitarios y farmacológicos que los no deprimidos. Mucha gente que sufre de depresión también tiene dificultades para mantener relaciones interpersonales satisfactorias. Sin embargo, la mayoría de las personas que experimentan tales sentimientos nunca llegan a recibir un diagnóstico clínico de depresión.

Existen informes anecdóticos, observaciones clínicas e investigaciones epidemiológicas, así como estudios prospectivos, que sugieren un papel de la actividad física en la reducción del riesgo de desarrollar trastornos depresivos. Además, la actividad física puede ser efectiva en aliviar los síntomas en la depresión suave o moderada, y ha mostrado su utilidad como tratamiento en combinación con los ya clásicos, como la psicoterapia o la farmacoterapia en individuos con depresión severa, e igualmente en la prevención ante posibles estados emocionales disruptivos.

tivos y desórdenes mentales. Por lo tanto, puede ser el mejor antídoto contra la depresión (Callaghan, 2004; Penedo y Dahn, 2005). Es decir, la actividad física puede tener efectos terapéuticos tanto en la población saludable, como en el caso de aquélla que sufre distintas discapacidades. Por ejemplo, en el caso de la esquizofrenia puede reducir la aparición de alucinaciones auditivas, incrementar la autoestima, e incluso mejorar los patrones de sueño y de la conducta en general (DiLorenzo *et al.*, 1999; Faulkner y Sparkes, 1999).

Es ampliamente conocido que la actividad de tipo aeróbico puede reducir la ansiedad, depresión, tensión y estrés e incrementar los niveles de energía, así como facilitar el funcionamiento cognitivo. Desde un punto de vista clínico, se plantea el uso de la actividad física como terapéutica en la prevención de la aparición de los desórdenes mentales (Hales y Travis, 1987; Martinsen, 1987, 1990). Algunas personas pueden enfrentarse a estos desórdenes sin necesidad de ayuda profesional; en este sentido la realización de actividad física en el medio ambiente donde el individuo se desenvuelve normalmente puede servir de gran ayuda. Estudios realizados con personas que sufren de depresión han puesto de manifiesto que el ejercicio aeróbico puede ser tan efectivo como la psicoterapia y puede prevenir la tendencia a sufrir formas moderadas de depresión. La gente que practica la natación está significativamente menos tensa, deprimida, enfadada, confundida y ansiosa tras realizar la actividad. De igual forma, el hacer pesas se ha relacionado con una mejora del autoconcepto en hombres. Gente que practica el yoga parece menos ansiosa, tensa, deprimida, enfadada y confundida. En definitiva, estados emocionales tales como tensión, depresión, enfado, fatiga y confusión parecen disminuir, mientras que aumentan los niveles de energía.

De todos es sabida la necesidad de buscar estrategias que permitan prevenir la aparición de desórdenes mentales, en primer lugar, y que, en segundo lugar, ayuden a aquellas personas que sufren depresiones leves o moderadas, ansiedad, estrés y otros tipos de desórdenes emocionales, ya que la mayoría de estas personas no están funcionando de forma óptima a nivel físico, emocional, social o de trabajo. Un diagnóstico preciso del problema psicológico puede ayudar a realizar una intervención más eficaz y adaptada al perfil individual. De todas las investigaciones existentes se desprende, por supuesto, que hacer ejercicio de forma habitual es beneficioso para la salud. Sin embargo, algunas de ellas adolecen de ciertas deficiencias por la imprecisión con la que se describen

las características del ejercicio, en cuanto a tipo o forma, frecuencia, duración e intensidad. Dicha falta de especificidad hace que sea complicado comparar resultados obtenidos en diferentes investigaciones.

Los trastornos mentales son un gran problema para la salud. Los datos manejados a partir de las estadísticas muestran que uno de cada cuatro adultos sufre en algún momento de su vida estados moderados de depresión, ansiedad, trastornos afectivos, abuso del alcohol o de sustancias o fármacos. Se han dado múltiples definiciones de salud mental, lo que contribuye a cierta confusión (Biddle, 1993). Uno de los pioneros de su estudio, Karl Meninger, pensaba que la salud mental era la capacidad más o menos desarrollada de ajustarse al mundo, proporcionando un máximo de felicidad y efectividad; también permitía tener un carácter abierto, una inteligencia alerta, un comportamiento considerado socialmente y una disposición agradable.

Layman (1960) escribió una de las primeras revisiones acerca de las contribuciones del ejercicio y el deporte a la salud mental y el ajuste social. Enfatizaba que el principio de la unión mente-cuerpo era válido y que existía una estrecha relación entre salud física y ajuste social; en definitiva afirmaba que la salud mental era la habilidad para enfrentarse a los problemas de la vida, de tal forma que derive en un sentimiento de satisfacción personal que contribuya a su vez al bienestar del grupo social. Asimismo, resaltó el papel preventivo del ejercicio en el deterioro de la salud mental y su contribución al mantenimiento y desarrollo de la salud física. La siguiente revisión aparece de la mano de otro autor, Cureton (1963), el cual pensaba que la estructura de la personalidad se encuentra asociada a la forma física, de tal forma que el deterioro de la personalidad iba paralelo al deterioro físico, y que mejoras en la forma física minimizarían ambos tipos de deterioros. Sus conclusiones han sido criticadas con posterioridad por el hecho de que las investigaciones examinadas no poseen diseños experimentales aceptables y cometen algunos fallos metodológicos. Entre éstos se encuentran, en primer lugar, los relacionados con la muestra de sujetos, con la asignación aleatoria de dichos sujetos a las condiciones experimentales, y además, el uso de muestras mezcladas (población normal y clínica) en la misma condición experimental (Brown, 1990). Morgan (1969) llegó a conclusiones similares a los autores anteriores; pensaba que la forma física estaba inversamente correlacionada con la psicopatología, ya que los pacientes psiquiátricos parecían tener consistentemente menos capacidad

aeróbica que los sujetos no hospitalizados. También en este caso se produjeron críticas posteriormente, basadas en que se utilizaban comparaciones transversales y análisis correlacionales, y en que no se presentaban pruebas inequívocas de que existiera un nexo entre forma física y rasgos psicopatológicos. Incluso en el caso de que tal relación se demostrase de forma concluyente, los resultados no serían generalizables más allá del tipo de población psiquiátrica objeto de dichos estudios. Otros autores han añadido problemas metodológicos adicionales, tales como el fallo de los investigadores a la hora de especificar con claridad las características y naturaleza del ejercicio empleado (Hughes, 1984) y al evaluar los cambios psicológicos ocurridos tras un periodo más o menos prolongado de tiempo realizando ejercicio (Brown, 1990). Así, si se quieren comprender los efectos psicológicos beneficiosos de la actividad física y el ejercicio, es necesario prestar más atención a la descripción de los componentes de la actividad objeto de estudio (tipo, intensidad, duración, frecuencia); igualmente es importante saber si la actividad es ocupacional o de tiempo libre, con el fin de conocer si se realiza de forma voluntaria o es demandada por fuentes externas al control del propio sujeto (Caspersen *et al.*, 1985).

Otro autor, Dannenmaier (1978), presentaba una perspectiva diferente. Consideraba la salud mental como un estado de la mente que permite el ejercicio óptimo del propio talento, así como una satisfacción óptima de las propias necesidades. En un intento de simplificación y clarificación de todas las anteriores, Thackeray *et al.* (1979) llegaron a la conclusión de que la salud mental había que considerarla como un estado positivo de bienestar mental personal en el que los individuos se sienten satisfechos consigo mismos, así como de sus papeles en la vida y sus relaciones con los demás.

De todos modos, la salud mental no es una cuestión de todo o nada, sino que tiene una magnitud relativa. La salud mental presenta grados que varían de una persona a otra y de una situación a otra, aunque la persona sea la misma y la situación muy similar; ciertos estados varían considerablemente porque las personas no se deprimen o se muestran ansiosas, ni ante el mismo fenómeno ni con la misma profundidad.

## 2. CONCEPTOS BÁSICOS Y DESCRIPCIÓN CLÍNICA DE LA DEPRESIÓN

Definir la depresión no es tarea fácil ya que incluye muchos tipos de desórdenes emocionales con síntomas opuestos (incremento o decremento del apetito o del sueño), aunque de manera sencilla podemos entender que la depresión es un trastorno psicológico muy serio que afecta a los pensamientos, los sentimientos y la habilidad para funcionar en la vida diaria.

Cuando se habla de depresión, normalmente se hace referencia a desesperanza, tristeza, desilusión, baja autoestima y pesimismo. Los síntomas van de menor a mayor fatiga, irritabilidad, indecisión, retirada social y, finalmente, ideas suicidas (Sime, 1984). La depresión es un estado que se encuentra asociado con sentimientos de desesperanza o un sentimiento de derrota, frustración, vencimiento. Por su parte, la depresión clínica es más que un síntoma: es una condición severa que se acompaña de componentes cognitivos, sociales y fisiológicos, de ahí la importancia de su diagnóstico y posterior intervención.

De acuerdo con el *Manual sobre el Diagnóstico y las Estadísticas de los Trastornos Mentales* de la American Psychiatric Association (2000), los trastornos emocionales pueden dividirse en cuatro categorías:

- Depresión mayor o trastorno unipolar.
- Desórdenes maniaco-depresivos o trastornos bipolares.
- Trastornos emocionales inducidos por una enfermedad.
- Trastornos emocionales inducidos por el consumo de sustancias.

Mientras que la prevalencia de los trastornos bipolares es de 1% de la población, los unipolares son mucho más comunes.

### 2.1. Depresión mayor

La manifestación más habitual de los trastornos unipolares se produce a través de la depresión mayor o depresión aguda, la cual puede presentarse en una ocasión aislada u ocurrir episódicamente. Otro tipo es la disatimia, la cual representa una forma crónica de depresión que puede persistir hasta dos años.

De acuerdo a la DSM-IV, una persona puede ser diagnosticada con depresión mayor cuando al menos

cinco de los síntomas que aparecen en la Tabla 6.1 se encuentran presentes casi diariamente durante un periodo de dos semanas, y deben representar un cambio de conducta o estado de ánimo respecto al estado previo:

**Tabla 6.1.** Síntomas que pueden aparecer en casos de depresión mayor.

Depresión mayor
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tristeza la mayor parte del día, incluso cada día.</li> <li>• Pérdida total o muy importante de placer la mayor parte del tiempo.</li> <li>• Marcada reducción del interés en todas las actividades, la mayor parte del día, incluso cada día.</li> <li>• Pérdida o ganancia significativa de peso sin dieta. Pérdida del apetito o de ambos.</li> <li>• Trastornos del sueño en forma de insomnio o excesiva somnolencia prácticamente a diario.</li> <li>• Agitación psicomotriz.</li> <li>• Fatiga o pérdida de energía.</li> <li>• Sensación de letargo o cansancio.</li> <li>• Sentimientos de culpabilidad e inutilidad durante casi todo el tiempo.</li> <li>• Incapacidad para concentrarse casi a diario.</li> <li>• <b>Pensamientos recurrentes de muerte o/y suicidio.</b></li> </ul>

Cuando una persona experimenta un episodio de depresión mayor, estos síntomas influyen en distintas áreas de la vida personal alterando funciones normales importantes, tales como la vida social o profesional. Hay que tener en cuenta sin embargo que un episodio de depresión mayor no se considera como tal si éste ha sido causado por el abuso de drogas, alcohol u otras sustancias o medicación, o si se debe a algún trastorno médico, tal como el hipertiroidismo. Igualmente hay que tener en cuenta que algunas personas experimentan estos síntomas los primeros dos meses después de haber perdido a un ser querido, no considerándose depresión mayor a menos que los síntomas vayan asociados a un deterioro funcional marcado, ideas de suicidio, síntomas psicóticos o retardo psicomotor. Estudios realizados a largo plazo han señalado que los episodios de depresión mayor en general duran alrededor de veinte semanas y que entre el 30% a 40% de los sujetos deprimidos experimentan ataques súbitos de ira que describen como inespecíficos o inapropiados.

Los síntomas de depresión en los niños pueden ser diferentes a los de los adultos y pueden incluir: tristeza permanente, incapacidad para disfrutar de las actividades favoritas, aumento de la irritabilidad, quejas de problemas físicos tales como dolor de cabeza o de estómago, menor rendimiento escolar, aburrimiento constante, baja energía, pobre concentración, cambios en los hábitos de comida y sueño o ambos.

## 2.2. Trastorno bipolar o trastornos maníaco-depresivos

- Bipolar I: gran depresión que alterna con manía, o incontrolable júbilo.
- Bipolar II: gran depresión alternante con hipomanía, una forma apacible de júbilo.
- Ciclotimia: depresión suave alternante con hipomanía.

El trastorno bipolar se conoce también como depresión maníaca, y es una enfermedad que se caracteriza por oscilación del estado de ánimo de la depresión a la manía. Los criterios diagnósticos son los mismos que en el caso de la depresión mayor, aunque los pacientes bipolares tienden a tener rasgos atípicos. Suele caracterizarse por periodos de depresión alternando con estados emocionales expansivos o de irritabilidad; autoconfianza exagerada, riesgo de conducta asocial o incluso paranoia.

En los trastornos bipolares se suelen producir grandes y frecuentes oscilaciones del estado anímico, los cuales se traducen en una serie de síntomas durante episodios de depresión o manía que pasamos a recoger a continuación en la Tabla 6.2:

**Tabla 6.2.** Síntomas característicos del trastorno bipolar.

Trastorno bipolar
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energía incrementada, falta de energía.</li> <li>• Periodos recientes de conductas poco habituales.</li> <li>• Abuso de drogas, particularmente cocaína, alcohol y medicación para dormir.</li> <li>• Comportamiento provocativo, intrusivo o agresivo.</li> <li>• Dolor crónico, fatiga.</li> <li>• Gasto de dinero desenfrenado.</li> <li>• Agitación o desasosiego.</li> <li>• Irritabilidad extrema.</li> <li>• Déficit de atención.</li> <li>• Necesidad de no dormir mucho.</li> <li>• Pensamientos de muerte o suicidio.</li> <li>• Negar que nada de lo que sucede es extraño.</li> <li>• <b>Sentimientos de desesperación.</b></li> </ul>

Factores de riesgo para el trastorno bipolar incluyen ser mujer, especialmente entre los 35 y los 45 años, tener una historia familiar de depresión y alcoholismo, *parturition* en los seis meses anteriores, vivencias de eventos negativos recientes, falta de relación (*confiding*) y tener un ambiente negativo en casa.

Ahora que ya hemos definido la depresión y sus formas de manera adecuada, echemos una mirada un poco más en profundidad a su prevalencia, factores de riesgo asociados y causas del trastorno.

### 3. PREVALENCIA E IMPACTO SOCIAL DE LA DEPRESIÓN

La depresión es un trastorno muy frecuente, como hemos visto, con un gran impacto social y sobre la salud pública en la sociedad actual debido a su prevalencia, impacto económico y detrimento de la calidad de vida. La depresión clínica tiene costos personales, sociales y económicos muy elevados, junto con marcadas dificultades en las relaciones interpersonales. En algunos sujetos deprimidos se incrementa el riesgo de suicidio, siendo su prevalencia mayor en jóvenes que en adultos y aún más en personas mayores. Algunas consecuencias físicas de la depresión son pérdida de la densidad ósea e incremento del riesgo de sufrir trastornos coronarios e hipertensión. Incluye costos directos para el tratamiento, e indirectos debido a muerte prematura, absentismo del trabajo y reducida productividad.

La mayoría de la gente ha experimentado sentimientos transitorios de tristeza o baja forma. Las estadísticas nos indican que un elevado porcentaje de la población normal sufre en algún momento de su vida de moderados a intermedios estados de depresión, llegando en los casos graves a tendencias suicidas.

Se estima que el índice de prevalencia de los trastornos bipolares, tras considerar una gran variedad de culturas/países, oscila entre un 3% y un 6% a lo largo de la vida. En estos valores no se tienen en cuenta lo que se conoce como trastorno bipolar *bubsyndromal* (el cual está representado por el síntoma maniaco principal asociado a un marcado periodo temporal en el que el estado anímico es anormal, elevado, amplio o irritable de forma persistente, y en el que además está presente algún otro síntoma asociado, sin embargo no representan criterios suficientes para ser catalogado como trastorno bipolar). La prevalencia de este trastorno se estima aproximadamente en un 5%. La prevalencia es la misma en hombres y mujeres, aunque es probable que acontezca por causas distintas.

Otros datos destacables se recogen a continuación:

- Uno de cada diez adultos sufre depresión cada año.
- El tratamiento puede aliviar los síntomas en un 80%.
- Es el trastorno psicológico más frecuente.
- El índice de depresión vivenciada por las mujeres es dos veces mayor al de los hombres.
- Los varones ancianos de raza blanca son los sujetos de más alto riesgo.

- El 74% de la gente busca ayuda inicialmente a través de su médico de atención primaria, y en el 50% de los casos los pacientes suelen ser infradiagnosticados.
- El 85% de mujeres y el 4% de hombres sufren de estados moderados a clínicos de depresión en algún momento de sus vidas, sin embargo sólo el 30% busca ayuda profesional y el 10% un adecuado tratamiento.

La depresión puede durar desde minutos a horas. Las mujeres parecen ser más susceptibles que los hombres, intentando explicar esta diferencia algunos autores (Sime, 1984) por los cambios hormonales y en algunos casos por influencias sociales. Más allá de los simples cambios de estados de ánimo experimentados día a día, algunas formas de depresión pueden alcanzar una mayor longitud en el tiempo. La depresión reactiva tiene su origen en acontecimientos de la vida, mientras que la endógena tiene un origen desconocido.

El doble de mujeres con respecto a los hombres padecen esta enfermedad; las razones para estas diferencias siguen siendo desconocidas, aunque a menudo se han relacionado con factores genéticos, endocrinos y aprendizaje social.

### 4. ETIOLOGÍA DE LA DEPRESIÓN

Las causas de la depresión son el resultado de la interacción de factores genéticos, biológicos y del entorno. Se han señalado diferentes causas y se han elaborado diez modelos diferentes, incluyendo modelos existenciales, basados en la pérdida de la motivación; modelos sociales, basados en la pérdida del estatus social; modelos cognitivos, basados en la existencia de pensamientos irracionales; y modelos bioquímicos, basados en un mal funcionamiento de los neurotransmisores cerebrales.

La etiología de la depresión envuelve en general emociones mediadas por procesos neurobiológicos. La depresión puede ser causada por eventos catastróficos, tales como la muerte de un ser querido o una separación prolongada, baja autoestima, ansiedad crónica o estrés. También puede ser que ocurra sin razón aparente, especialmente la depresión somática o la melancólica. Puede ser causada por trastornos que tienen consecuencias biológicas para el cerebro, tales como alteraciones del tiroides, diabetes, esclerosis múltiple, hepatitis y trastornos reumatoides. Alguna de estas situaciones pueden estar relacionadas con enfermedades crónicas que hagan peligrar la

vida del sujeto o simplemente que se sitúen fuera de su control. Puede también originarse por una sobreestimulación del sistema nervioso simpático y del sistema cortical hipotálamo-pituitaria-adrenal, produciendo una ansiedad persistente u otras formas de estrés emocional.

Las causas básicas de la depresión también se han asociado a anormalidades en la liberación de ciertos neurotransmisores clave (mensajeros químicos del cerebro). La *teoría dominante* es que es el resultado de bajos niveles de ciertos neurotransmisores, tales como la serotonina, la acetilcolina o las catecolaminas (que constan de dopamina, noradrenalina y epinefrina también llamada adrenalina). La perspectiva neurobiológica de la depresión integra teorías cognitivas y neurológicas. Por ejemplo, los circuitos neuronales relacionados con la depresión también regulan las emociones, el placer, el dolor y cogniciones abstractas tales como el optimismo. Los efectos de estos diferentes sistemas neurales dependen de varios transmisores que se utilizan en el tratamiento farmacológico de dichos trastornos.

En distintas investigaciones se ha demostrado que la depresión tiene su origen en un funcionamiento cerebral anormal de las células que sintetizan y responden a la norepinefrina y la serotonina, aunque no se sabe del todo qué aspecto de funcionamiento cerebral se deterioró primero conduciendo a la depresión. La llamada “teoría de la monoamina” (Prange, 1964) proponía en su momento que un pobre funcionamiento de la serotonina no era suficiente para causar la depresión, aunque sí hacia posible un funcionamiento alterado de la norepinefrina que sí era la responsable de la depresión. Puntos de vista más recientes sugieren que el balance alterado entre serotonina y norepinefrina pueden ser los principales responsables de los síntomas relacionados con el apetito, el sueño, el exceso de activación, mientras que la disfunción de dopamina puede estar implicada en la pérdida de placer e interés, y las anormalidades en la acetilcolina pueden alterar la función sexual, especialmente en hombres. Es decir, aunque inicialmente se centró la atención en el papel tanto de la serotonina como de la norepinefrina, recientemente se ha prestado más atención a la comprensión del papel de la dopamina en la etiología de la depresión y sus síntomas, ya que el sistema dopaminérgico juega un papel crítico en la pérdida de motivación y en las alteraciones motrices que acompañan a la depresión. También incrementos prolongados en los niveles de cortisol durante el estrés crónico han sido acompañados por disfunciones en la dopa-

mina (Chrousos, 1998) y algunas drogas antidepresivas tienen influencia en la actividad de la dopamina, bien alterando sus receptores o alterando el metabolismo (Willner, 1995). La dopamina es el precursor molecular de la síntesis de norepinefrina, por lo tanto comparten las mismas vías sintéticas y metabólicas.

Otras de las posibles causas que pueden predisponer al individuo ante la depresión están relacionadas con las variables que aparecen en la Tabla 6.3.

Eric Kandel en 1998 propuso un modelo que considera tanto aspectos biológicos, como sociales y psicológicos en la etiología y el tratamiento de la depresión, así como de otros trastornos mentales, que se basa en cinco principios diferentes:

1. Acciones a nivel cerebral son las responsables de todos los procesos mentales y psicológicos.
2. El funcionamiento cerebral es controlado por los genes.
3. Factores sociales y ambientales pueden producir alteraciones en la expresión de los genes.
4. Alteraciones en la expresión de los genes inducen cambios en el funcionamiento cerebral.
5. Los tratamientos para la enfermedad mental ejercen su efecto produciendo alteraciones en la expresión de los genes, produciendo cambios beneficiosos en el funcionamiento cerebral.

**Tabla 6.3.** Variables que pueden predisponer a un individuo ante estados de depresión.

Posibles causas de depresión	
Variable	Afectación
Genética:	Incremento del riesgo con la herencia. Aunque no se ha confirmado una relación directa entre depresión y anormalidades genéticas, sí parece que algunas personas son más vulnerables que otras cuando son expuestas a estímulos estresantes.
Bioquímica:	Un defecto o un exceso de ciertas sustancias químicas cerebrales puede conllevar una alteración del estado anímico y del sueño.
Entorno:	Pérdidas significativas en la vida, dificultad en las relaciones sociales, problemas económicos, drogas o un gran cambio en el estilo de vida.
Psicosocial:	Ciertos estilos de personalidad, los que se preocupan mucho de las opiniones negativas de ellos que puedan tener los demás, con pensamientos pesimistas, baja autoestima y un sentimiento de bajo control sobre la propia vida, pueden predisponer hacia la depresión, sobre todo tras un evento estresante.

Según este modelo, la depresión es el resultado de alteraciones en el funcionamiento cerebral, y los tratamientos efectivos para la depresión, tales como psicoterapia, medicación o ejercicio parecen ser los responsables de un funcionamiento a nivel genético que resulta en un alivio de los síntomas depresivos.

La depresión clínica acompaña frecuentemente a los trastornos de ansiedad, ya que en algunos estudios se ha podido comprobar que la mayoría de los sujetos con trastornos depresivos sufren también episodios de ansiedad concurrente.

## 5. EFECTOS DE LA DEPRESIÓN E IMPORTANCIA DEL EJERCICIO FÍSICO

Los estudios indican que la depresión puede tener efectos biológicos adversos, como bajos niveles de serotonina, que pueden desencadenar respuestas relacionadas con el estrés en el cuerpo, las que a su vez podrían producir inflamación y alteraciones en algunos órganos y células. Muchos estudios han demostrado la existencia de una relación fuerte entre la depresión y la incidencia y severidad de embolias, infartos de miocardio y muerte después de un infarto. Cuanto más grave sea la depresión más peligrosa es para el corazón, incluso para personas sin signos de alteraciones cardíacas.

### 5.1. Estudios poblacionales

En los estudios poblacionales, tanto transversales como longitudinales se observan evidencias inequívocas de que existe una relación entre ejercicio y cambios en la depresión (Krause *et al.*, 1993; Paffenbarger *et al.*, 1994; Rajala *et al.*, 1994; Weyerer, 1992).

En un interesante estudio realizado por Camacho *et al.* (1991) se ofrecieron datos importantes acerca del papel preventivo del ejercicio para reducir el riesgo de padecer de depresión. En este estudio participaron aproximadamente 5.000 sujetos de ambos sexos, la depresión fue evaluada utilizando un autoinforme y la actividad física mediante el registro de varias actividades de tiempo libre. Los sujetos fueron divididos en poco activos, medianamente activos o muy activos, dependiendo de la frecuencia e intensidad de la actividad. Tras ajustar otras variables psicosociales tales como edad o nivel de salud percibida, se encontraron relaciones significativas entre lo recogido en 1965 y 1974. Aquellos individuos que manifesta-

ban que tenían bajos niveles de actividad tenían un 70% de incremento del riesgo de sufrir de depresión en comparación con los sujetos considerados como muy activos. Los investigadores examinaron igualmente los cambios en actividad física entre 1965 y 1974 y los niveles de depresión en 1983. Los resultados del último análisis sugieren que aquellos sujetos que habían cambiado el nivel de actividad, tenían un mayor riesgo o predisposición a sufrir depresión. Sin embargo, estas asociaciones no eran significativas estadísticamente.

### 5.2. Estudios de intervención

Evidencia adicional sobre los efectos antidepresivos del ejercicio fueron obtenidas de estudios en los que se realizaban intervenciones que eran efectivas para reducir la depresión, siendo los resultados similares a aquellos otros obtenidos incluyendo psicoterapia (Martinsen, 1994). En un metaanálisis realizado por Craft y Landers (1998) se analizaron 30 estudios en los que se investigaban los efectos reductores del ejercicio en sujetos clínicamente deprimidos. Se hallaron reducciones efectivas en los individuos que realizaban ejercicio en comparación con aquellos otros que no lo realizaban. De cualquier forma, las conclusiones obtenidas a partir de este tipo de análisis son limitadas debido a una falta de estandarización, por ejemplo, en los criterios de inclusión, o en la definición de las variables dependientes e independientes. De manera similar, muchas revisiones narrativas adolecen de consistencia en la aplicación de los criterios de exclusión ya que han utilizado diseños débiles de investigación, medidas de depresión cuestionables, así como descripciones incompletas de las características del ejercicio usado como estímulo en la intervención.

En los últimos años, muchos estudios han examinado sobre todo los efectos del ejercicio de tipo aeróbico como caminar o correr, por ejemplo Martinsen *et al.* (1985), a 43 sujetos hospitalizados diagnosticados de depresión mayor, que fueron asignados aleatoriamente a dos condiciones experimentales, terapia ocupacional o a un programa de ejercicio en adición a su tratamiento estándar que incluía psicoterapia y farmacoterapia. Tras nueve semanas de intervención, los sujetos que realizaban ejercicio exhibían reducciones mayores en sus niveles de depresión que el grupo control que realizaba terapia ocupacional. Se realizó posteriormente un seguimiento dos años más tarde pudiéndose observar que los que participaron en el programa de ejercicio continuaban haciéndolo incluso

a pesar de haber abandonado el hospital y puntuaban menos en depresión que los no practicantes (grupo control) (Martinsen y Medhus, 1989).

Fremont y Craighthead (1987) realizaron un estudio similar también con ejercicio aeróbico, comparando los efectos de éste con los de tratamientos tradicionales (psicoterapia cognitiva). Participaron en el estudio 49 hombres y mujeres con edades comprendidas entre los 19 y los 62 años, que tenían síntomas de depresión suave a moderada. Tras diez semanas de tratamiento, todos los grupos exhibían reducciones efectivas de los síntomas de depresión, pero no se encontraron diferencias entre grupos. Aunque el ejercicio era efectivo como tratamiento antidepresivo, no hubo beneficios adicionales cuando se utilizaba ejercicio más psicoterapia.

En otra revisión sistemática realizada por Lawlor y Hopquer en el 2001 se observaron descenso en los niveles de depresión en comparación con aquellos sujetos que no recibían tratamiento alguno medidos con el Inventario de depresión de Beck. Sin embargo, muchos de los estudios incluidos adolecían de rigor metodológico, ya que no había sido aleatorizada la muestra adecuadamente, pues los sujetos que participaban eran voluntarios de una población no clínica y no se realizaba además seguimiento alguno. A partir de este estudio y de otros parecidos se puede concluir que la efectividad del ejercicio es indeterminada debido a estas debilidades metodológicas. Biddle (2001) señala que esta revisión adolece de ciertas carencias, como por ejemplo la exclusión de otros tipos de estudios en la versión original que se llevaron a cabo con grandes muestras de población, lo cual conducía a subestimar los efectos del ejercicio.

En conclusión, podemos afirmar que los resultados de ambos tipos de estudios sugieren que el ejercicio se encuentra asociado a mejoras en la depresión. Sin embargo, son necesarios ensayos que corroboren la efectividad del ejercicio para reducir los síntomas de la depresión leve o moderada. Asimismo, es necesaria más investigación de identificación de los mecanismos implicados y las condiciones necesarias para un efecto antidepresivo duradero (Heather y *et al.* 2000).

## 6. TRATAMIENTO DE LA DEPRESIÓN: EL EJERCICIO FÍSICO COMO TERAPIA

El tratamiento de la depresión viene determinado en parte por la severidad del trastorno; mientras que

estados leves de depresión desaparecen solos espontáneamente con el tiempo, otros en cambio pueden llegar a durar seis meses o incluso más. La implantación de una terapia antidepresiva apropiada requiere cuidadosas consideraciones. Una vez realizado el diagnóstico de la depresión debería prescribirse el tratamiento de acuerdo a las características del individuo y de su trastorno. Tradicionalmente se utilizan psicoterapia, tratamiento farmacológico y, en los casos más graves, terapia electroconvulsiva (pequeñas cantidades de corriente eléctrica a través del cerebro). Algunas de estas alternativas cada vez más tienen efectos contradictorios e indeseables, por lo cual está emergiendo la idea de que el ejercicio controlado puede llegar a ser una alternativa muy válida, aunque aún muy debatida y controvertida.

A pesar de su elevada prevalencia, las mujeres responden al tratamiento igual o mejor que los hombres. Entre el 80-90% de los sujetos que sufren depresión pueden ser tratados como pacientes externos con medicación antidepresiva, psicoterapia o una combinación de ambos tratamientos. La gente que no responde a estos tratamientos tradicionales se les puede ayudar con terapia electroconvulsiva. Entre un 5-10% requiere hospitalización en episodios de depresión mayor o de episodios maníacos debido a un posible riesgo de suicidio o autolesión.

Como apuntábamos anteriormente, algunas de estas alternativas siguen demostrando cada vez más que no tienen efectos positivos en todos los pacientes, además de que la terapia farmacológica generalmente requiere de varias semanas antes de que se produzca un alivio de los síntomas (puede llevar como media de seis a ocho semanas) y el proceso de búsqueda de la correcta medicación puede llegar a ser frustrante para muchos sujetos. En este periodo de tiempo, el paciente es observado frecuentemente con el objetivo de monitorizar los síntomas para poder ajustar así la medicación.

La psicoterapia por su parte es costosa igualmente y requiere intensidad y tiempo, comúnmente consiste en varias sesiones de seis a veinte semanas durante la fase aguda del tratamiento de la depresión, por todo lo cual está emergiendo la idea de que el ejercicio controlado puede llegar a ser una alternativa muy válida, aunque aún muy debatida y controvertida. Las dos formas de psicoterapias más efectivas son la terapia conductual y la terapia cognitivo-conductual. La terapia conductual enseña a los sujetos cómo controlar su ambiente de muchas maneras, de tal forma que se reduce el riesgo de depresión. La terapia cognitivo-

conductual ayuda a los sujetos a comprender mejor e identificar aquellos pensamientos que contribuyen a la aparición de los sentimientos depresivos. La respuesta aguda al tratamiento antidepresivo debería ser evaluada mediante monitorización continua hasta que los síntomas mejoren y la remisión sea mantenida.

Por tanto, es importante determinar si la actividad física puede ayudar a prevenir y tratar la depresión. En algunos estudios se indican la importancia potencial de comportamientos de autoayuda que pueden mejorar la higiene mental. Existe evidencia científica de que la actividad física realizada de forma regular puede reducir o aliviar los síntomas de la depresión, ya que el ejercicio puede tener efectos en los sistemas de las monoaminas cerebrales similares a los efectos de las drogas antidepresivas, a la vez de que puede tener efectos cognitivos beneficiosos como el incremento de la autoestima.

Algunos sujetos manifiestan que en los periodos de inactividad les hacen más vulnerables a los sentimientos depresivos, mientras que el ejercicio parece iluminarlos. Así la relación entre ejercicio y depresión nos plantea un dilema: ¿la gente se deprime porque son sedentarios, o ellos son sedentarios porque están deprimidos?

La mayoría de los estudios realizados sobre los efectos antidepresivos del ejercicio han obtenido resultados similares a partir de estudios epidemiológicos tanto longitudinales como transversales, así como en estudios clínicos y experimentales que han utilizado intervenciones con ejercicio tanto en sujetos deprimidos como en no deprimidos. En los estudios transversales, en los cuales se ha medido simultáneamente actividad física y depresión en una determinada población, se han encontrado reducciones en los niveles de depresión, aunque estos hallazgos deben ser interpretados con cautela debido a que no se ha establecido la secuencia temporal previniendo las inferencias de causalidad (Mausner y Kramer, 1985). En los estudios longitudinales que recogen cambios en los niveles de depresión a consecuencia del ejercicio, se ofrecen evidencias importantes en orden a determinar si existe una relación causal entre ejercicio y cambios en los niveles de depresión, aunque son necesarios ensayos clínicos que manipulen el ejercicio y examinen los cambios en los niveles de depresión.

La actividad física ha sido recomendada desde muy antiguo para combatir la depresión. Hace alrededor de 2.500 años, Hipócrates prescribía ejercicio a sus pacientes diagnosticados de “melancolía”, un término utilizado aún hoy en día por los psiquiatras

para hacer referencia a la depresión mayor. A principios del siglo XX un reportaje fue el responsable de haber sido el primer estudio moderno de los efectos del ejercicio sobre los pacientes deprimidos. Franz y Hamilton en 1905 realizaron un estudio comparando los estados emocionales y los tiempos de reacción de dos hombres deprimidos viendo que cuando hacían ejercicio durante dos horas mejoraban sus síntomas de depresión con respecto a los días que no realizaban ningún ejercicio.

65 años más tarde, en uno de los primeros estudios experimentales realizados, Morgan *et al.* (1970) mostraban reducciones en los síntomas de depresión en hombres tras un programa de entrenamiento con ejercicio.

En distintos estudios longitudinales se ha encontrado evidencia de que la inactividad física incrementa el riesgo de sufrir depresión, asimismo los estudios realizados con pacientes deprimidos clínicamente han encontrado mejoras en los síntomas depresivos. Podemos encontrar una explicación a esto examinando la investigación sobre los mecanismos psicobiológicos de la depresión.

Además, es importante señalar que la depresión es un trastorno recurrente en la mayoría de los individuos y que alrededor de un 15% suelen acabar sus vidas con suicidio. Todos estos hechos vienen a enfatizar la necesidad de identificar estrategias de bajo coste que a la vez sean efectivas, y que además puedan ser utilizadas con facilidad. La realización de actividad física está emergiendo como una alternativa válida en este sentido. Sin embargo, es necesario hacer una serie de consideraciones al respecto. Por ejemplo, del tipo de que algunas personas no responden positivamente a un tratamiento aislado mediante actividad física, siendo más efectivo y necesario en ocasiones usar esta estrategia combinada con otras formas de terapia, por tanto un enfoque terapéutico multimodal parece ser lo más eficaz. Igualmente, el personal que utiliza estrategias combinadas debe tener una amplia información y formación multidisciplinar proveniente de la Medicina, la Psicología y la Educación física, haciendo hincapié tanto en los beneficios como en los posibles peligros (lesiones) de una actividad física continuada y regular.

De todas las investigaciones existentes se desprende que hacer ejercicio de forma habitual tiene efectos antidepresivos, aunque éstos son moderados en magnitud y se producen en aquellos sujetos clasificados como no deprimidos clínicamente, clínicamente deprimidos y mentalmente enfermos. Además,

indican que los efectos antidepresivos ya aparecen en las primeras sesiones de ejercicio y persisten más allá del final del programa de ejercicio (CAF, 1997). Estos efectos son también consistentes a través de la edad, el género, el tamaño del grupo de ejercicio y el tipo de cuestionario utilizado. Con respecto a la edad, en la mayoría de los estudios han participado jóvenes y sujetos de mediana edad. Para aquellas personas mayores de 65 años, la evidencia sugiere que los beneficios antidepresivos del ejercicio disminuyen con la edad.

Sin embargo, algunas de ellas adolecen de ciertas deficiencias anteriormente citadas por la imprecisión con la que se describen las características del ejercicio, en cuanto a tipo o forma, frecuencia, duración e intensidad. Dicha falta de especificidad hace que sea complicado comparar resultados obtenidos en diferentes investigaciones.

La mayoría de las investigaciones realizadas hasta ahora han mostrado mejoras en los estados emocionales y han sido realizados con gente mental y físicamente saludable, aunque algunos se han realizado con personas diagnosticadas de depresión suave o moderada unipolar, mostrándose igualmente mejoras en los estados de ánimo después de semanas de ejercicio intenso moderado. Incluso cuando el programa dura meses las mejoras producidas son superiores a las obtenidas mediante psicoterapia, a pesar de que los mejores resultados se obtienen con la combinación de ambos tratamientos. Aunque los efectos de las terapias farmacológicas parecen a primera vista similares a los producidos por el ejercicio en depresiones moderadas, sus efectos clínicos reducen los síntomas que ocurren posteriormente cuando hacen terapia farmacológica. No obstante, los metaanálisis son inconsistentes cuando comparan el ejercicio con otras formas tradicionales de tratamiento, tales como la psicoterapia o las intervenciones conductuales (por ejemplo, relajación, meditación) y esto puede estar relacionado con los tipos de sujetos empleados. North, en 1990, encontró que el ejercicio tenía efectos reductores de la depresión mayores en que el entrenamiento en relajación, aunque no producía efectos distintos en el caso de la psicoterapia. En un estudio realizado por Craft (1997), utilizando sólo sujetos deprimidos clínicamente, encontró que el ejercicio producía los mismos efectos que la psicoterapia, las intervenciones conductuales y el contacto social. El ejercicio usado en combinación con la psicoterapia individual o el ejercicio junto con la terapia farmacológica producía los mayores efectos; sin embargo, estos efectos no

eran significativamente diferentes de los efectos producidos por el ejercicio sólo (Craft, 1997).

La cantidad mínima u óptima de ejercicio para reducir la depresión no se conoce aún; sin embargo, parece que un incremento en la forma física no es necesario, y que el ejercicio de resistencia tiene efectos sólo en unos pocos estudios.

En definitiva, los efectos son mayores si: a) el programa de ejercicio tiene una duración superior a nueve semanas e implica más sesiones; b) si el ejercicio es de larga duración, intensidad elevada y realizado varias veces por semana, y c) si los sujetos son clasificados según los cuestionarios como moderados/severamente deprimidos (Craft, 1997).

Al igual que en casos anteriores, se han realizado estudios con diversas poblaciones, como alguno con pacientes que han sufrido un infarto de miocardio (enfermedad por otra parte cada vez más habitual en nuestro tiempo), considerando los efectos del ejercicio controlado o bajo supervisión médica dentro de programas de rehabilitación. La conclusión ha sido que la depresión descendía, aunque otros estudios realizados en condiciones similares parecen no mostrarse de acuerdo. Buffone, en 1984, proponía una postura cautelosa en el caso de algunos problemas psicológicos, como por ejemplo la depresión severa, ya que parece ser que el ejercicio intenso podría estar contraindicado con estas personas deprimidas graves o con las que mantienen un frágil contacto con la realidad o tienen tendencias suicidas, puesto que provocarían actitudes muy negativas hacia el ejercicio.

Doyne *et al.* (1983) estudiaron a un grupo de mujeres, con puntuaciones clínicas en depresión obtenidas mediante el BDI, que fueron asignadas aleatoriamente a tres diferentes condiciones: carrera, levantamiento de pesas o a un grupo control. La capacidad cardiovascular se vio incrementada de forma similar pero no significativa en los grupos de ejercicio. Las puntuaciones en el BDI disminuyeron significativamente inmediatamente y tras uno, siete y doce meses, en ambos grupos experimentales. Los resultados sugieren que las mejoras psicológicas a consecuencia del ejercicio aeróbico no son dependientes de la mejora en la forma física.

En otro trabajo similar, realizado por Kleinet *et al.* en 1985, se comparó en un grupo de sujetos el efecto de la carrera con los de otros dos grupos que realizaban meditación-relajación y terapia. Los tres grupos presentaron reducciones similares de la depresión y el efecto se mantenía en algunos sujetos hasta nueve meses. Los autores concluyeron que la carrera podía

añadirse a la lista de posibles intervenciones con sujetos depresivos. Conclusiones similares respecto a los efectos positivos del ejercicio aeróbico sobre la depresión han sido obtenidos en mujeres (Doyne *et al.*, 1983).

Williams y Getty (1986) asignaron de forma aleatoria un grupo de sujetos (sexo masculino, en edad escolar, deprimidos) a dos diferentes tratamientos, ejercicio aeróbico o bien juegos recreativos. La severidad de la depresión era determinada mediante el POMS y el *inventario de depresión de Zung* (puntuación >46) para verificar si existía depresión crónica. No se encontraron diferencias entre grupos en las puntuaciones obtenidas mediante ambas escalas; por lo tanto no parecía existir correlación entre la mejora de la forma física y los beneficios psicológicos del ejercicio.

Martinsen (1987) estudió un grupo de sujetos deprimidos que se encontraban hospitalizados y que fueron distribuidos de forma aleatoria a dos condiciones experimentales, ejercicio aeróbico o terapia ocupacional. La capacidad aeróbica de estas personas fue determinada mediante un test en cicloergómetro. Se obtuvieron puntuaciones más bajas mediante el *inventario de depresión de Beck* (BDI) únicamente en aquellos sujetos que habían incrementado su capacidad cardiorrespiratoria en un 15% o más. Por tanto, se concluyó que se había producido un cambio psicológico paralelo a un cambio en la forma física. En otro estudio realizado posteriormente por Martinsen *et al.* (1989) se llegó a conclusiones similares en el sentido de que el ejercicio aeróbico es más efectivo que el placebo o el no tratamiento, pudiendo llegar a ser tan efectivo como la psicoterapia individual o de grupo o como la relajación/meditación. La revisión sistemática llevada a cabo por Lawlor y Hopker (2001) de los efectos del ejercicio sobre la depresión, utilizando el cuestionario BDI, ha puesto de manifiesto una marcada reducción en los síntomas con respecto a sujetos no tratados, con un tamaño del efecto de 1,1. Según Mutrie (2002), estos datos confirman que el ejercicio es claramente beneficioso para el tratamiento de la depresión, careciendo de los efectos secundarios de los tratamientos farmacológicos.

Hannaford *et al.* (1988) distribuyeron de forma aleatoria un grupo de sujetos deprimidos crónicos que estaban hospitalizados a dos diferentes condiciones: *jogging* y un programa recreativo de terapia correctiva (también se incluyó un grupo control). Se demostró una mejora cardiovascular únicamente en el grupo de *jogging*, así como puntuaciones más

bajas en depresión (obtenidas mediante el *inventario de depresión de Zung*). Los resultados obtenidos han puesto de manifiesto que la carrera es un tratamiento muy efectivo, mejorando la satisfacción corporal y reduciéndose tanto la depresión como los síntomas psiconeuróticos (Bosscher, 1993).

De todas las investigaciones parece desprenderse la idea de que hacer ejercicio tiene un efecto antidepresivo en sujetos que sufren de niveles moderados de depresión, aunque no se acompañe de mejoras en la forma física. Aspectos tales como el mantenimiento de relaciones sociales o la diversión a causa de la actividad parecen contribuir también al efecto terapéutico.

Recientemente, se ha estudiado en pacientes psiquiátricos el efecto de ocho semanas de actividad física (carreras suaves de unos 30 minutos tres veces a la semana) en comparación con un tratamiento mixto a base de relajación y actividades deportivas diversas. Los resultados obtenidos han puesto de manifiesto que la carrera es un tratamiento muy efectivo, mejorando la satisfacción corporal y reduciéndose tanto la depresión como los síntomas psiconeuróticos. Otros autores han comprobado que en los pacientes depresivos el ejercicio de tipo no aerobio (entrenamiento de fuerza, coordinación o flexibilidad) carece de efectos positivos, mientras que éstos son muy marcados tras ejercicios de tipo aerobio (*jogging* o paseos cortos).

El ejercicio también se ha propuesto como terapia para la depresión en personas mayores. Se han detectado descensos en los niveles de depresión, con respecto a antes del inicio del programa, en personas con edades comprendidas entre los 60 y los 80 años, que realizaban ejercicio dos veces por semana durante nueve meses. En un estudio realizado con individuos moderadamente deprimidos con una medida de edad de 72 años, se encontró que el ejercicio hacía descender significativamente las puntuaciones en depresión obtenidas mediante el *inventario de Beck*. El grupo que realizaba ejercicio vio disminuidos sus síntomas somáticos de depresión, tales como la pérdida de apetito, el incremento de la fatiga o las alteraciones del sueño. Los resultados obtenidos utilizando el ejercicio como terapia para la depresión han sido positivos en sujetos clínicamente deprimidos.

Algunos autores han identificado una serie de factores que explicarían los efectos antidepresivos y por tanto el bienestar psicológico asociado a actividad física de tipo aeróbico, tales como sentimientos de maestría, capacidad de cambio, distracción, presencia de hábitos positivos, adicción o alivio. Se han

barajado además otras posibles explicaciones acerca del efecto antidepresivo del ejercicio. Sime las resumió de la siguiente manera en 1984:

- El incremento del flujo sanguíneo y de la oxigenación que acompaña al ejercicio tiene efectos beneficiosos en el sistema nervioso central.
- Es sabido que el ejercicio incrementa los niveles de norepinefrina, cuyos niveles bajos pueden ir asociados a estados depresivos.
- El ejercicio puede provocar sensación de maestría y de autocontrol, ayudando a salir de estados depresivos.
- Mejoras en la propia imagen corporal y en el autoconcepto asociadas a la práctica de actividad física de forma regular ayudan a prevenir y salir de estados depresivos.

Dishman (1985) también nos ofrece otras posibles explicaciones alternativas para los efectos antidepresivos de la actividad física, tales como sensación de logro, sentimientos de autocontrol o competencia, síntomas de alivio o distracción y sustitución de malos por buenos hábitos. Estos beneficios son aplicables a la depresión primaria (con una duración de un mes o más) y a la reactiva (producida por acontecimientos de la vida); asimismo se puede reducir la depresión que acompaña a la enfermedad o a la rehabilitación (sujetos en rehabilitación cardiaca). Además, retorna la autoconfianza en volver a una vida más o menos normal.

Por su parte, Stephens (1988) manifiesta tres posibles explicaciones sobre la relación existente entre actividad física y síntomas depresivos: 1) la actividad física promueve un estado mental saludable; 2) la gente con un buen funcionamiento psicológico es probable que se sienta más inclinada a hacer ejercicio; 3) tanto la actividad física como la salud mental se encuentran ambas asociadas con una tercera variable que es responsable de los efectos observados.

En una revisión metaanalítica y narrativa (North *et al.*, 1990) de los resultados de diversas investigaciones sobre el efecto del ejercicio en la depresión, se sugiere que la explicación del efecto antidepresivo podría venir por el hecho de cambiar la rutina diaria de las personas incrementándose las interacciones con otros, por la pérdida de peso, por participar en actividades fuera de casa junto con sentimientos de maestría y control en relación a los cambios físicos y psicológicos. Otra posible explicación alternativa sería que los factores biológicos pueden explicar los efectos beneficiosos del ejercicio, ya que el ejercicio

incrementa los niveles de algunos neurotransmisores como la serotonina, y estimula también la secreción de morfina endógena produciendo cierto estado de euforia. Las revisiones narrativas utilizadas por este autor proveen de suficiente evidencia a favor de los efectos del ejercicio en la depresión aunque derivan principalmente de observaciones anecdóticas. Por su parte, la revisión metaanalítica igualmente corrobora las observaciones anecdóticas. Los efectos antidepresivos del ejercicio se producen tras una única sesión como consecuencia de un programa continuado, siendo los efectos más llamativos en poblaciones clínicas. Hay que señalar como importante que se revisaron tanto estudios publicados como no publicados, en los primeros los participantes tenían puntuaciones bajas en comparación con los que participaban en estudios no publicados. Otro punto fuerte de este estudio es que se delimitaban los factores atribuidos al ejercicio con efectos positivos en la depresión, tales como características de los participantes (edad, género), lugar donde se realizaba el ejercicio, la finalidad del mismo o el modo y la duración del mismo.

## 7. PRESCRIPCIÓN DE EJERCICIO PARA PERSONAS DEPRESIVAS

Debido a que las investigaciones sobre la relación entre ejercicio y depresión suelen ser en muchos casos controvertidas, es difícil desarrollar recomendaciones a la hora de prescribir ejercicio a este tipo de población.

Para poder determinar si existe una relación causal entre actividad física y depresión, los siguientes criterios epidemiológicos de causalidad deben ser examinados: fuerza de asociación, relación dosis-respuesta, independencia, consistencia de asociación, secuencia temporal, mecanismos biológicos y confirmación experimental (Heather *et al.*, 2000).

La *fuerza de asociación* hace referencia a que los sujetos activos tendrían consecuentemente menos riesgos de sufrir depresión comparados con los inactivos si ciertamente existe esa relación lineal causa-efecto. Sin embargo, existen contradicciones aparentes entre ellos, lo que puede ser atribuible en parte a una incorrecta selección de la muestra objeto de estudio. Mientras que en algunos estudios se han utilizado criterios diagnósticos para la selección de sujetos (Veale *et al.*, 1992; Singh *et al.*, 1997), en otros se han seleccionado sujetos no deprimidos con perfiles psicológicos normales, y en algunos la muestra utilizada

han sido en cambio personas con puntuaciones elevadas en depresión según los autoinformes. Por tanto es difícil obtener cambios en los niveles de depresión en gente no deprimida inicialmente, y sí se obtendrían resultados más significativos en personas diagnosticadas de depresión clínica. En resumen, de todo ello se desprende que son necesarias más investigaciones prospectivas que utilicen medidas válidas de actividad física y depresión para que se pueda determinar de forma inequívoca la fuerza de la asociación.

La *relación dosis-respuesta*, es decir, cuanto más activo sea el sujeto menor es el riesgo de sufrir depresión y los decrementos en las puntuaciones en los cuestionarios son mayores. En ocasiones puede ser difícil de determinar debido a que a veces no se alcanzan significaciones estadísticas, sobre todo en el caso de niveles moderados de actividad, a la vez que no existe consenso entre los diferentes estudios ya que algunos han encontrado esa dosis-respuesta, mientras que otros han fallado a la hora de demostrar dicha relación. Mientras que algunos sujetos no activos físicamente han exhibido significativamente síntomas depresivos mayores, en otros en cambio no se han encontrado diferencias en las puntuaciones para los grupos moderadamente activos o muy activos.

Además, en pocos estudios se han usado manipulaciones adecuadas de intensidad y duración del ejercicio que permitiera la relación dosis-respuesta entre ejercicio y depresión. A menudo los procedimientos de agrupación de los sujetos realizados en los estudios epidemiológicos, en dos (por ejemplo, activos *versus* no activos) o más grupos, han limitado la evaluación de la relación dosis-respuesta. En muchas investigaciones se han producido fallos a la hora de manipular el ejercicio como estímulo, de tal forma que permitiría que la relación dosis-respuesta fuera examinada en profundidad, es decir, cuánto ejercicio es necesario para conseguir los mayores beneficios en depresión, aspecto que es fundamental para poder prescribir ejercicio de forma adecuada (Cooper-Patrick *et al.*, 1997).

La *independencia* o no de otras variables o factores tales como edad, género y variables psicosociales que pueden estar afectando a los niveles de depresión y a la posible relación con la actividad física y actuar como moderadores de la relación actividad física y depresión. Por ejemplo, existen evidencias científicas de que la inactividad física puede ser un factor de riesgo independiente para la depresión.

La *consistencia de la asociación* se refiere a la habilidad para observar un efecto en varias poblacio-

nes, edades, usando diferentes métodos y en diferentes circunstancias. En este sentido, se ha demostrado que la actividad física se encuentra asociada a descensos en los niveles de depresión tanto de hombres como de mujeres, en distintos grupos de edad y en diferentes países (Rajalaet *et al.*, 1994), aunque no hay acuerdo entre los diferentes estudios, ya que en algunos casos la inactividad física no parece incrementar el riesgo de desarrollar depresión años más tarde. También es cierto que es difícil comparar distintos estudios para determinar si los efectos son consistentes, debido a las diferencias en definición y evaluación tanto de la actividad física como de la depresión. Por ejemplo, se han realizado relativamente pocos estudios que utilicen medidas apropiadas adaptadas a las personas mayores. Los autoinformes para cuantificar la depresión normalmente incluyen ítems relacionados con el sueño, los hábitos de comida y actividad que a menudo se modifican con la edad; además habría que considerar el hecho de que puntuaciones elevadas en depresión pueden estar reflejando exclusivamente los cambios anormales asociados a la edad (O'Connor *et al.*, 1993). Por tanto, existe evidencia sobre la consistencia de los efectos en distintos grupos de edad, pero lo apropiado o no de los resultados obtenidos a partir de las medidas debe ser considerado en términos de la población que está siendo estudiada. Como muestra está un estudio realizado por Singh *et al.* en 1997, que usaron múltiples medidas de depresión, tales como entrevistas clínicas y los propios autoinformes para evaluar la depresión tras un programa de entrenamiento con personas mayores de 60 años, encontrando diferencias significativas con tendencia a puntuaciones más bajas en depresión para todas las edades. Otra limitación importante proviene del hecho de que hay muchos tipos de trastornos depresivos y que los síntomas exhibidos por los sujetos con depresión pueden variar ampliamente dependiendo de la naturaleza de su enfermedad, por ejemplo, algunos individuos con depresión padecen también trastornos de ansiedad u otros desórdenes mentales, con la adición además de que para probar la consistencia es necesario describir mejor el tipo de ejercicio que se realiza, intensidad, frecuencia y duración (Kessler *et al.*, 1994).

La *secuencia temporal* debe demostrarse mediante la causa potencial anterior (inactividad física) al desarrollo de trastorno (la depresión). En distintos estudios longitudinales realizados se ha demostrado que las personas de determinado nivel de actividad conocido son seguidas durante un periodo prolongado de tiempo suficiente para permitir o no el desarrollo de

la depresión. Dicha reducción en sus niveles debe ser consistente con las explicaciones biológicas y teóricas y deberían implicar seguimientos continuados para ver si los efectos antidepresivos se mantienen en el tiempo (Paffenbarger *et al.*, 1994).

La identificación de los *mecanismos biológicos* representa una evidencia importante sobre la posible causalidad. Kandel (1998) proporcionó una amplia base sobre la etiología y el tratamiento de la depresión: 1) acciones a nivel cerebral que son las responsables de todos los procesos psicológicos y mentales, 2) el funcionamiento cerebral es controlado por los genes, 3) factores sociales, evolutivos y ambientales pueden afectar la expresión de los genes, 4) las alteraciones genéticas inducen a su vez cambios en el funcionamiento cerebral, y 5) los posibles tratamientos para la enfermedad mental ejercen su efecto produciendo alteraciones en la expresión de los genes, resultando en cambio beneficiosos para el funcionamiento cerebral. Desde esta perspectiva, la depresión es el resultado de alteraciones en los procesos cerebrales, y los tratamientos clásicos para la depresión tales como la psicoterapia, la medicación o el ejercicio producen cambios en el funcionamiento cerebral a nivel genómico que resulta de alivio de los síntomas depresivos.

Se han examinado diferentes mecanismos neurobiológicos en relación a la depresión y estos sistemas representan caminos potenciales a través de los cuales el ejercicio podría influenciar potencialmente mediadores fisiológicos de la depresión (Dunn y Dishman, 1991; Dishman, 1997).

*Hipótesis de las endorfinas.* Uno de los mecanismos explicativos propuesto sobre los efectos antidepresivos del ejercicio dice que la elevación de los niveles de endorfinas tras el mismo proporciona mejoras en los estados de ánimo. Varias endorfinas se encuentran asociadas a reducciones en el dolor y producción de sentimientos de euforia. Aunque los niveles plasmáticos de las beta-endorfinas se elevan tras la realización de ejercicio, según está ampliamente demostrado, aún no se ha podido comprobar que atraviesen la barrera hemato-encefálica. Para que este posible mecanismo resulte plausible para explicar los efectos antidepresivos del ejercicio, las beta-endorfinas deberían ser capaces de inducir cambios en las regiones cerebrales que regulan las emociones (Hoffmann, 1997).

*Hipótesis del flujo sanguíneo cerebral.* Investigaciones realizadas con animales han demostrado que el flujo sanguíneo de áreas cerebrales implicadas en el movimiento se incrementa durante el ejercicio. Debido a la asociación entre el incremento del flujo

cerebral y el metabolismo celular, el incremento del flujo sanguíneo en las regiones cerebrales implicadas en la regulación de las emociones podría mediar los cambios en los estados emocionales a consecuencia del ejercicio.

*Hipótesis HPA.* Alteraciones del eje hipotálamo-pituitario-adrenal cuyo funcionamiento dirige la respuesta del cuerpo ante el estrés ha sido también implicado en la etiología de la depresión. En respuesta a los estresores físicos o psicológicos, el hipotálamo produce el factor liberador de corticotropina (CRF), que actúa sobre la hipófisis para la liberación de la ACTH. Esta hormona ejerce su influencia en la glándula adrenal.

### 7.1. Pautas básicas para controlar los niveles de depresión a través del ejercicio

Muchos sujetos con niveles bajos de depresión pueden utilizar la actividad física de manera que complementen positivamente una intervención psicológica o, en todo caso, mejoren notablemente su estado inicial. Para ello la propuesta de técnicas de Sime (1984) es la siguiente:

- Animar a la gente a correr con alguien que lo apoye.
- Recurrir a recompensas extrínsecas en los inicios.
- Enseñar a la gente a advertir los beneficios que la práctica de la actividad física tiene a corto plazo, tales como alivio de la tensión y diversión.
- Enseñar a la gente a ser capaces de poder anticipar los posibles beneficios a largo plazo.

Otro especialista, Berger, añade sugerencias adicionales, como:

- Duración aproximada de unos veinte minutos.
- Realización de una especie de diario como fuente de motivación en el que se anoten tanto los progresos inmediatos como otros aspectos cualitativos, tales como la oportunidad de experimentar sentimientos positivos.
- Divertirse es un aspecto importante a tener en cuenta. Esto se puede conseguir jugando con el sitio, la hora del día o el uso de un radiocasete o cualquier otra medida que ocupe la atención del sujeto.
- Animar a la gente a explorar sentimientos de maestría del cuerpo. Para mucha gente sentirse

fuerte físicamente, poderoso y competente es una nueva y excitante experiencia.

- Plantear metas lo más realistas posible.

Todos estos principios, sugerencias o incluso técnicas tienen su aplicación tanto en el tratamiento de la depresión como en su prevención.

## 7.2. Recomendaciones metodológicas para la práctica de ejercicio físico con personas depresivas

Según O'Neal *et al.* (2000), los profesionales relacionados con el desarrollo de programas de actividad físico-deportiva con personas que tienen algún tipo de trastorno depresivo, deben tener en cuenta las siguientes pautas:

- *Familiarizarse con los síntomas y el tratamiento básico de los trastornos mentales, así como tener recursos disponibles en todo momento:* si se detecta una persona con problemas emocionales se le debe hacer ver con el mayor tacto posible que podrá tener ayuda profesional a su disposición. Aunque podamos conocer tanto los mecanismos que conducen a la depresión como aspectos básicos sobre el tratamiento, hay que tener en cuenta que lo que más les puede interesar son soluciones prácticas, como es el uso de medicamentos, por lo que debemos transmitirles los efectos que éstos tienen y su relación con la práctica de ejercicio.
- *Evitar minimizar los sentimientos o las preocupaciones de la persona:* mucha gente prefiere a alguien que le escuche y le muestre compasión antes que el que trate de tranquilizarla o darle un consejo. Es preferible ser auténtico, sincero, empático y cordial, tratando de evitar hacer consideraciones comparando con otras personas que participan en la actividad.
- *Establecer límites con los pacientes:* el desarrollo necesario de buena comunicación y penetración con el paciente puede confundirse con el rol de un asesor. Se debe dar apoyo y ánimo a una persona con problemas de este tipo, pero sin que exista dependencia.
- *Evaluar los hábitos actuales de actividad física y forma física:* es probable que las personas con depresión sobreestimen la cantidad total y la intensidad de su actividad física debido a sus dificultades para gestionar su tiempo y desarrollar sus tareas diarias. Debido a ello, ninguna

actividad física debe suponer una carga para ellos y debe ser reducida incluso aunque afecte a su nivel de forma física. Eso sí, siempre desarrollando una actividad por encima del nivel de actividad de una persona sedentaria. Nunca tratar de diseñar tareas que le supongan rendir en ellas.

- *Fomentar motivación en la persona hacia el ejercicio:* es difícil conocer qué tipo u orientación en la motivación se desarrolla o debería desarrollarse en una persona depresiva. A pesar de ello es importante conocer los motivos de práctica, se debe promocionar la adherencia al ejercicio y ayudar a la persona a que desarrolle una percepción positiva del ejercicio y de sí misma.
- *Diseñar programas divertidos:* en contraposición a los síntomas de la depresión deben desarrollarse sesiones de trabajo lo más agradables y placenteras posible. Una estrategia puede ser conocer contextos de práctica pasados en los que haya disfrutado y tratar de reproducirlos. También reducir o eliminar aspectos en la práctica en las que el sujeto se pueda sentir intimidado. Los ejercicios con un gran componente social pueden estar también muy indicados. Por último, a pesar de ser adecuado reducir la exigencia de las tareas, es importante que no sean tan sencillas que puedan suponer una pérdida de tiempo.
- *Tratar de que la práctica de ejercicio sea accesible:* probablemente conseguir que una persona asista a las sesiones de ejercicio puede ser uno de los mayores obstáculos. Es importante conocer las barreras que lo dificultan (transporte, tiempo disponible, conflictos, etc.) y tratar de adaptarse a ellas.
- *Fomentar la responsabilidad individual y la capacidad de decisión de la persona permitiéndole participar en el desarrollo del programa de actividad físico-deportiva:* hay que tratar de darles cierta independencia y posibilidad de logro en su actividad diaria, sin que esto suponga una carga excesiva. Asimismo, debemos hacer que la persona se sienta orgullosa de lo que ha conseguido, de sus aportaciones, etc., por pequeñas que sean.
- *Estar preparado ante la falta de adherencia o excusas:* es importante no realizar juicios sobre determinadas actuaciones y evitar que se sienta culpable. No permitir que un pequeño fallo o

desliz sea magnificado como un gran fracaso. No aceptar excusas vagas y tratar de identificar una causa concreta y modificable del error para desarrollar estrategias que permitan superar esa barrera, incluso hacer ver que los errores forman parte de un proceso de aprendizaje.

- *Animar a la persona para que incremente el nivel de actividad física al margen de las sesiones de trabajo establecidas*: se pueden proponer actividades físicas sencillas durante la vida diaria que supongan una oportunidad para alcanzar objetivos personales y controlar su propia actividad, como contar las escaleras que sube a lo largo del día, los kilómetros que recorre, etc.
- *Estar atentos a los “sabotajes”*: los hábitos, ya sean de tipo psicológico o relacionados con la actividad física, pueden llegar a ser muy confortables y las personas con depresión suelen ser reticentes a abandonarlos por ellas mismas o por otras personas significativas de las cuales

dependen. A veces pueden o deben acontecer situaciones en las que se produzcan cambios para la persona que le ayuden en su estado. En muchas de estas situaciones puede existir un conflicto y puede suceder que la persona o su entorno desanimen a dicho cambio. Estas situaciones deben ser identificadas y gestionadas de forma directa.

- *Ser consciente sobre qué tipo de comportamientos están siendo reforzados*: para mucha gente una atención negativa es mejor que no prestar atención. Por ello, si mostramos preocupación o llamamos la atención cuando la persona no acude a las sesiones o cuando se muestra ansiosa o deprimida, estamos reforzando estos comportamientos y es más probable que se incrementen. Es preferible reforzar de forma positiva aquellos comportamientos deseados en una dirección en la cual el sujeto pueda gestionar o estar orientado de alguna manera.

## Efectos del ejercicio sobre el sueño

Alfonso Salguero del Valle y Olga Molinero González

### OBJETIVOS

- Definir el concepto del sueño.
- Describir los trastornos del sueño según su etiología.
- Observar las características del sueño en distintas poblaciones.
- Conocer brevemente los métodos de evaluación del sueño.
- Facilitar algunas recomendaciones para mejorar el sueño.

### 1. INTRODUCCIÓN

El ritmo circadiano es un fenómeno interno de nuestro sistema para regular muchas de las funciones del organismo, y el sueño es parte de esa cadencia. La mayoría de los animales tienen un ritmo circadiano, una periodicidad rítmica de varias funciones fisiológicas y conductas que se sincronizan en un ciclo de 24 horas de luz y oscuridad. De modo que, durante un día, algunas funciones fisiológicas (frecuencia respiratoria, temperatura corporal, etc.) se modifican, y tienden a alcanzar valores máximos durante la última parte de la tarde y la primera de la noche, y valores mínimos en las primeras horas de la mañana.

La función del sueño en este ciclo es reguladora y reparadora, y sobre todo esencial para el control de la energía y la temperatura corporal. Reabastece y restaura los procesos corporales que se han deteriorado durante el día. La privación de este estado puede producir alucinaciones y delirios. El no dormir bien altera la velocidad de algunos procesos como los procesos intelectuales superiores o la función motora, e incluso la falta de sueño podría ser una de las causas del incremento de enfermedades de creciente impacto en la sociedad actual (Cigliutti, 2006). De todo esto se deriva la importancia o interés que puede despertar este tema que tratamos en el presente capítulo.

### 2. DEFINICIÓN DE SUEÑO

El sueño es un tema de interés desde hace mucho tiempo. Las investigaciones sobre el sueño se inician en los años 20 del pasado siglo, cuando el doctor Kleitman, conocido como el padre de la investigación en América sobre el sueño, empieza a indagar sobre la regulación del mismo, la vigilia y los ritmos circadianos. Además también investiga sobre los efectos en los individuos privados de sueño, y él mismo y sus alumnos, en 1953, descubren el REM (*Rapid Eye Movement*) durante el sueño.

El vocablo sueño, del latín *somnum*, designa tanto el acto de dormir como el deseo de hacerlo (tener sueño). El sueño es un estado del organismo, regular, recurrente y fácilmente reversible, que se caracteriza por una relativa tranquilidad y por un gran aumento del umbral o de la respuesta a los estímulos externos en relación con el estado de vigilia. Es un estado biológico y conductual. Ciertas características electroencefalográficas (EEG) y poligráficas forman parte de la definición del sueño (Kaplan y Sadock, 1994), y que trataremos más adelante.

No hay que confundir el sueño, alrededor del cual gira todo este capítulo, con lo que es un sueño, y que Hobson *et al.* (2000) definieron como la actividad mental que ocurre en el sueño, que se caracteriza por

una imaginación sensomotora vívida, y que se experimenta como si fuera la realidad despierta. A pesar de características cognitivas como la imposibilidad del tiempo, del lugar, de las personas y de las acciones, emociones, especialmente el miedo, el regocijo y la ira predominan sobre la tristeza, la vergüenza y la culpabilidad, y a veces alcanzan una fuerza suficiente para despertar al durmiente. La memoria, incluso de los muy vívidos, es tenue y tiende a desvanecerse rápidamente después de despertarse, a no ser que se tomen medidas especiales para retenerlo.

Buckworth y Dishman (2002) señalan que el sueño es un estado reversible de inconsciencia caracterizado por una escasa movilidad y una reducción de las respuestas externas a estímulos. O dicho de otra forma, es el estado de suspensión de las actividades mentales conscientes, la voluntad y la vida de relación, que se produce normalmente de forma periódica y que permite el reposo de los músculos voluntarios y, en parte, del sistema nervioso.

Existen diversas teorías que intentan explicar las funciones o el concepto del sueño. Morris (2002) distingue dos. La primera hace referencia a que dormir es un mecanismo adaptable y con una función protectora, y la segunda se inclina más hacia una función reparadora o restauradora del sueño. Ninguna de estas dos teorías, señala el autor, ha sido suficientemente validada, quizás debido a que en parte ambas son correctas. El sueño puede ser un buen reparador después, por ejemplo, de realizar un ejercicio físico intenso y extenso, pero también puede que necesitemos de cierta cantidad de sueño periódico para proteger las energías de nuestra actividad diaria.

Profesionales del mundo del deporte, como es el caso del ciclista retirado Pedro Delgado, no dudan en afirmar que el descanso no sólo sirve para recuperarnos físicamente, sino que también es fundamental para asimilar el trabajo realizado y poder ir incrementando nuestro nivel de forma.

### **3. FASES DEL SUEÑO**

Sea como sea, y con independencia de las teorías sobre el sueño expuestas en el apartado anterior, lo que sí está perfectamente probado es que el hombre pasa una tercera parte de su vida durmiendo, ya que el sueño es necesario para que la persona pueda desarrollar de manera óptima sus actividades cotidianas. Por ello, es imprescindible dormir las horas mínimas necesarias todos los días, ya que así se consigue que

el organismo se recupere del desgaste producido por la actividad diaria. Si esto lo extrapolamos al caso de trabajos que requieren una actividad física, o incluso al deporte y los deportistas, el descansar bien cobraría si cabe mayor importancia.

Si observamos a una persona durante la noche se puede comprobar cómo el periodo de sueño atraviesa ciertas fases, que deben ser completadas para que el descanso sea total. En primer lugar, resumiremos una serie de conceptos para, posteriormente, comprender los esquemas que hemos incluido:

#### **REM:**

Sueño de movimientos oculares rápidos, conocido también como sueño paradójico, desincronizado o D. Es donde se da la recuperación psíquica, donde aumentan las constantes fisiológicas, metabólicas, endocrinas, la actividad mental se incrementa, se produce una relajación muscular, y además de los movimientos oculares se produce una actividad onírica.

No se comprende aún la función del sueño REM, aunque se han propuesto varias teorías. Una consiste en que la memoria se consolida durante el sueño REM. Sin embargo, las evidencias apuntan lo contrario; en personas que no tienen sueño REM, a causa de daños cerebrales o consumo de drogas, las funciones de la memoria no se ven afectadas.

Otra teoría es que la inhibición de las monoaminas es necesaria para que los receptores de monoaminas del cerebro puedan recuperar completamente la sensibilidad. Ciertamente, si se interrumpe repetidamente el sueño MOR el individuo responde con un sueño REM más largo en la siguiente oportunidad. Interrumpir el sueño REM puede mejorar determinados tipos de depresión. La depresión parece estar relacionada con un desequilibrio de ciertos neurotransmisores, como la serotonina.

Según una tercera teoría, el sueño REM de los recién nacidos ofrece la estimulación neural necesaria para que maduren las conexiones neurales; de ahí que los animales que nacen maduros no lo necesitan mucho. Apoya esta teoría el hecho de que la cantidad de sueño REM decrece con la edad.

#### **NREM:**

Sueño sin movimientos oculares rápidos (NREM). Da lugar a la recuperación física, y se puede distinguir entre sueño ligero, en una fase inicial, y sueño pro-

fundo, donde disminuyen las constantes vitales y el tono muscular. Se subdivide en cuatro fases que forman parte de un continuo cíclico (Kaplan y Sadock, 1994):

- *Fase 1:* considera la etapa de sueño más ligero, que se caracteriza por actividad regular de bajo voltaje característica de la vigilia (4-6 cps), y ondas alfas discontinuas (8-12 cps).
- *Fase 2:* muestra un fondo de ondas theta (3,4 cps), con ráfagas de ondas rápidas (14-16 cps), o complejos K o husos del sueño, que son ondas de 16-18 cps que aparecen sobre ondas delta, y que se presentan generalmente ante estímulos externos.
- *Fase 3:* aparece actividad de alto voltaje, ondas delta de 0,5 a 3 cps.
- *Fase 4:* eventualmente estas ondas ocupan la mayor parte de esta fase.

El esquema del ciclo del sueño sería el que mostramos en la Figura 7.1.

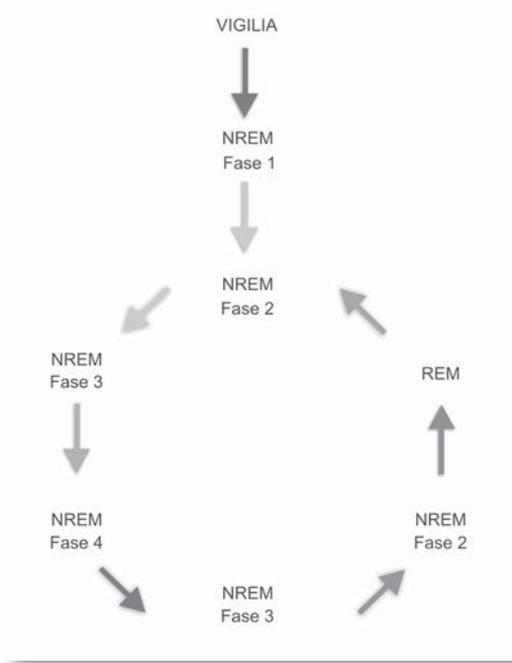


Figura 7.1. Ciclo del sueño (adaptado de Helan et al., 1994).

La Figura 7.2 muestra cómo se distribuirían estas distintas fases a lo largo de una noche de sueño que consideraremos normal, de unas ocho horas de duración.

Basándonos en otros criterios, podemos hablar de sueño ligero, bloqueo sensorial, sueño más profundo y aparición de los sueños:

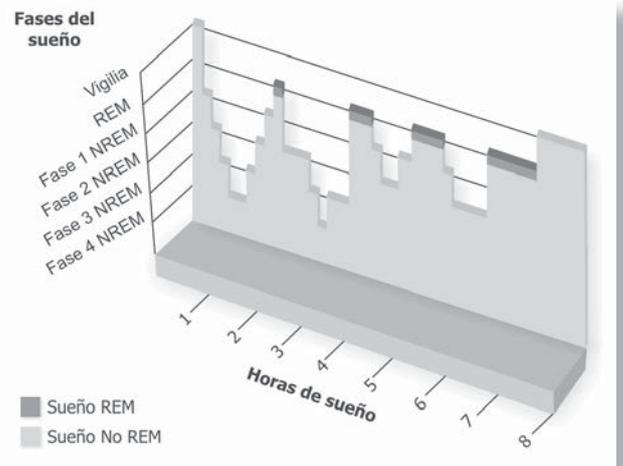


Figura 7.2. Fases del sueño durante ocho horas de descanso.

- *El sueño ligero.* La primera fase que atraviesa una persona al dormir es la denominada de sueño ligero, en la cual se es capaz de percibir casi la totalidad de estímulos auditivos y táctiles del entorno. En este periodo de tiempo, la acción reparadora o de descanso del sueño es poco efectiva, aunque la actividad muscular se encuentra relajada y es posible que se produzcan abundantes movimientos oculares.
- *El bloqueo sensorial.* Junto con la segunda fase del sueño, da lugar al bloqueo por parte del sistema nervioso de la capacidad de percibir estímulos, desapareciendo los movimientos oculares. Es una etapa esencial para el descanso subjetivo y objetivo, y si se interrumpe el sueño en este periodo, el sujeto se siente desorientado y confuso. La actividad cerebral es preferentemente delta, aunque con presencia de actividad theta.
- *El sueño más profundo.* La tercera fase del sueño es en la que éste se encuentra en su mayor plenitud y profundidad y, así, la actividad cerebral es bastante más lenta. Esta etapa también debe completarse para conseguir un descanso total, ya que en ella los músculos se encuentran en total relajación. Es posible que empiecen a aparecer sueños durante la cuarta fase, aunque no es lo más frecuente. En el caso de que se presenten serán en forma de imágenes, figuras o, simplemente, luces, pero no en forma de historia.
- *Aparición de los sueños.* Los sueños en forma de narración aparecen en la cuarta fase, que ha sido denominada por los expertos como “fase

REM o MOR". En ella, la actividad eléctrica cerebral es rápida, aunque la actividad muscular es nula, motivo por el cual no se ejecutan las acciones que se están soñando. Cuando se producen alteraciones en esta fase se sufren pesadillas o parálisis del sueño.

#### 4. TRASTORNOS DEL SUEÑO

Existen multitud de trastornos del sueño que pueden influir tanto en la cantidad como en la calidad del sueño. Se trata de alteraciones del mismo y que no siempre son importantes, pero sí pueden modificar de alguna forma la vida o rutina del individuo. A continuación mostramos una clasificación general según la etiología de dichos trastornos (Tabla 7.1).

Los trastornos primarios del sueño son aquellos que no tienen como etiología otra enfermedad mental, médica o consumo de sustancia, que serían los otros tipos de los que hablaremos posteriormente. Este tipo aparecen como consecuencia de alteraciones endógenas en los mecanismos del ciclo sueño-vigilia.

Dentro de este apartado, podemos encontrar las *disomnias*, que son trastornos del inicio y mantenimiento del sueño, o de somnolencia excesiva, y que se caracterizan por una alteración de la cantidad, calidad y horario del sueño. Además están las *parasomnias*, caracterizadas por comportamiento o fenómenos fisiológicos anormales, que tienen lugar coincidiendo con

el sueño, con alguna de sus fases específicas o con las transiciones sueño-vigilia.

En el grupo de las disomnias se encuentran incluidas las siguientes. El *insomnio primario*, dificultad para conciliar o mantener el sueño, que es el trastorno más frecuente en la población. En definitiva, la sensación subjetiva de no poder dormir cuanto o cuando se desea (Morris, 2002).

Es más frecuente en mujeres que en hombres y aumenta con la edad, y aquellos individuos que lo padecen pueden presentar fatiga o cansancio y otros problemas como cefaleas, tensión muscular y molestias gástricas. Según Cigliutti (2006), su aparición está estrechamente relacionada con una situación de estrés psicológico, médico o social, con la depresión o ansiedad. Según la duración de este desorden, se distinguen dos tipos de insomnio como mostramos en la Tabla 7.2.

**Tabla 7.2.** Tipos de insomnio.

Transitorio	Dura menos de tres semanas; resulta como consecuencia de episodios de estrés repentino, enfermedad pasajera, cambios de horario por viajes o falta de sueño de forma temporal. Se manifiesta como dificultad para empezar a dormir, dificultad para mantenerse dormido, o despertares prematuros en la madrugada. La ansiedad es una de las causas más comunes; los patrones normales de sueño usualmente se recobran en dos a tres semanas.
-------------	--

(Continúa)

**Tabla 7.1.** Tipos de trastornos del sueño según su etiología (adaptado de Cigliutti, 2006).

Trastornos del sueño	Clasificación	Subclasificación
Primarios.	Disomnias.	Insomnio primario. Hiperinsomnia primaria. Narcolepsia. Trastorno del sueño relacionado con la respiración. Trastorno del ritmo circadiano. Disomnias no especificadas.
	Parasomnias.	Pesadillas. Terror nocturnos. Sonambulismo.
Relacionado con otro trastorno mental.		
Debido a enfermedad médica.	Tipo insomnio. Tipo hipersomnia. Tipo parasomnia. Tipo mixto.	
Inducido por sustancias.		

(Continuación)

Dura más de tres semanas. Entre las causas más comunes podemos encontrar: dolores, dificultad para respirar, asma, úlceras, etc. Las personas que lo padecen se suelen encontrar fatigadas, irritables, tensas y deprimidas. Puede ser resultado de otros trastornos del sueño como la apnea nocturna y la narcolepsia.

Siguiendo en este grupo, encontramos la *hipersomnia primaria*, que se caracteriza por ser una somnolencia excesiva durante el día durante al menos un mes. Estas personas presentan un nivel bajo de alerta y de rendimiento, así como pobre concentración. Hay que diferenciar este caso al de los “grandes dormidores”, que necesitan un mayor número de horas de sueño, pero no presentan estos síntomas, o el sueño nocturno insuficiente.

La *narcolepsia*, que por su complejidad sólo definiremos, consiste en la aparición recurrente e irresistible de sueño reparador, cataplejía e intrusiones recurrentes de elementos característicos de la fase REM en el periodo de la transición entre sueño y vigilia.

En cuanto a los *trastornos relacionados con la respiración*, que tienen una progresión gradual y suelen ser crónicos, sería una desestructuración del sueño que da lugar a una somnolencia excesiva o insomnio, y que se considera secundaria a las alteraciones de la ventilación durante el sueño. La somnolencia se produce por los frecuentes intentos de activación que lleva a cabo el individuo durante el sueño nocturno en un intento por respirar normalmente, y se hace patente en situaciones de relajación, aburridas, llegando a dormir con frecuencia, aunque sus siestas no son reparadoras. Existirían tres tipos que sólo citaremos: *síndrome de apnea obstructiva del sueño*, *síndrome de apnea central del sueño*, y *síndrome de hiperventilación alveolar central*. Los *trastornos del ritmo circadiano* englobaría subtipos como el tipo de sueño retrasado, tipo *jet lag* y tipo cambios de turno de trabajo, que no necesitan explicación (Cigliutti, 2006).

Las *pesadillas* son apariciones repetidas de sueños terroríficos que despiertan a la persona, pasando ésta a un estado de vigilia, y que se da entre los tres y los seis años, desapareciendo con la edad. Este tipo no debe confundirse con los *terrores nocturnos*, que son despertares bruscos que suelen estar precedidos por gritos o lloros de angustia. Estos episodios van acompañados de una activación vegetativa y manifestaciones comportamentales de miedo intenso,

resultando difícil calmar a la persona, y en caso de despertarse, no recuerda completamente el contenido del terror. En la mayoría de las ocasiones la persona no recupera el estado de vigilia por completo, volviéndose a dormir y no recordando nada a la mañana siguiente.

El *sonambulismo* es otro tipo de parasomnias que se caracteriza por la aparición repetida de comportamientos motores complejos que se inician durante el sueño e implican que la persona se levante de la cama y empiece a andar. Este suceso tiene una incidencia familiar, no se sabe si genética, y suele suceder desde los cuatro a los quince años. En adultos es crónico, si bien es verdad que a cualquier edad pueden aparecer episodios de sonambulismo de carácter aislado, pudiéndose repetir durante varios años.

El *trastorno del sueño relacionado con otro trastorno mental* consiste en alteraciones del sueño debido a un trastorno mental diagnosticable, a menudo son trastornos del estado de ánimo o de ansiedad, que son de suficiente gravedad como para merecer atención clínica independiente. En caso de trastorno mental son frecuentes las modificaciones del sueño, siendo más habitual el insomnio que la hipersomnia. En cuanto a los *trastornos debidos a una enfermedad médica*, son alteraciones del sueño producidas como consecuencia de los efectos fisiológicos directos de una enfermedad médica sobre el estado sueño-vigilia, existiendo varios subtipos: tipo insomnio, tipo hipersomnia, tipo parasomnia y tipo mixto, donde ninguno predomina.

Finalmente, las alteraciones del sueño inducido por sustancias se dan como consecuencia del consumo o abandono de una sustancia particular. Aparecen casi siempre durante la intoxicación con las sustancias mencionadas en la Tabla 7.3.

La falta de sueño reduce el tiempo de reacción del sujeto, y combinado con un ejercicio físico moderado durante esa privación, como puede ser el trabajo o las simples tareas del hogar, hacen que el individuo sea más vulnerable a cambios negativos en el estado de ánimo y al deterioro de los tiempos de reacción, causas importantes a la hora de sufrir un accidente (Scott *et al.*, 2006).

## 5. SUEÑO Y EDAD

Los dos grupos de la población que se caracterizan por tener más problemas a la hora de dormir son los niños y los individuos pertenecientes a la tercera edad.

**Tabla 7.3.** Sustancias y sus efectos en el sueño tras su consumo.

Sustancia	Tipo de trastorno del sueño	Fases	Observaciones
Alcohol.	Insomnio.	Fases: Somnolencia —Vigilia— Sueño no reparador. En consumidores habituales, sedante de corta duración-alte- ración de continuidad del sueño.	Agrava problemas sueño relacionados con respiración.  En abstinencia, alteración de la con- tinuidad del sueño.
Anfetaminas y estimulantes afines.	Insomnio en intoxicación.		Hipersomnias y somnolencia diurna en abstinencia.
Cafeína.	Insomnio		Hipersomnias y somnolencia diurna en abstinencia En café, té, bebida de cola, chocolate.
Nicotina.	Trastornos relaciona- dos con respiración.		Insomnio en abstinencia.
Cocaína.	Insomnio.		Hipersomnias y somnolencia diurna en abstinencia.
Opiáceos.	Insomnio. Hipersomnias.		Consumo agudo: hipersomnias. Consumo crónico: insomnio. Abstinencia: hipersomnias.
Sedantes, hipnóticos y ansiolíticos.			Consumo agudo: hipersomnias. Consumo crónico: insomnio. Si aumenta dosis: hipersomnias diurna. Aumentan trastornos del sueño relacionados con la respiración.

Intentar abarcar todos los grupos de población sería imposible por la gran cantidad de subgrupos en cuanto a enfermedades y situaciones que pueden afectar de alguna forma al sueño.

A lo largo de la vida del *niño*, el sueño tiene una evolución general, que varía según el individuo, y que en rasgos generales se recogen en la Tabla 7.4:

**Tabla 7.4.** Evolución de las horas de sueño según la edad.

Edad	Horas de sueño al día
0 a 3 meses.	16-17 horas diarias.
3 a 6 meses.	14 horas al día aproximadamente.
6 a 9 meses.	13-15 horas diarias.
9 a 12 meses.	14 horas diarias.
1 a 3 años.	12-13 horas diarias.
3 a 6 años.	11-12 horas diarias.
6 a 10 años.	10-11 horas diarias.
12 años.	9 horas diarias.
16 años.	8 horas diarias.

Como hemos podido ver en el apartado dedicado a los trastornos del sueño, algunas alteraciones son más propensas a aparecer en ciertas edades que en otras, y evolucionan con la edad, pero que en muchas

ocasiones generan un motivo de preocupación entre los padres y pueden tener un impacto adverso en el desarrollo del niño (Sadeh, 2005). A todas las tratadas anteriormente, podemos añadir la *enuresis*, que podrá estar englobado en el grupo de las parasomnias. Miccionar en la cama, que hasta la edad de los cinco o seis años cabe considerarla normal, puede tener un valor patológico. Su aparición viene causada en un 1% por causa orgánica, pero puede estar justificada por un déficit madurativo en las estructuras que controlan la micción. Pueden ser de dos tipos: primarias, cuando nunca ha dejado de orinarse en la cama; o secundarias, cuando ha vuelto a hacerlo tras un intervalo seco de al menos algunos meses.

El sueño es una de las funciones que más a menudo se alteran a lo largo del *envejecimiento* (Bliwise *et al.*, 1992; Ito *et al.*, 2000), bien por el consumo de determinados fármacos a estas edades, o bien por el síndrome de apnea del sueño y el síndrome del movimiento de las piernas durante la etapa de alerta o vigilia. Las alteraciones del sueño más comunes que se producen con la edad implican la capacidad de mantenimiento del sueño y la organización cronobiológica del ritmo vigilia-sueño, es decir, levantarse durante la noche, y no sentirse descansado por la mañana, posibles causas de la aparición del insomnio. Estos hechos, según el estudio realizado por Ito *et al.* (2000), pue-

den estar relacionados con el nivel educativo, la jubilación, un índice de masa corporal elevado, horario de sueño nocturno irregular, un historial de problemas cardiovasculares, artritis o dolor articular, hipertrofia prostática, el consumo de sustancias para dormir y la depresión, y sólo en el caso de los hombres, con una apreciación subjetiva más baja de su estado de salud. Se afirma desde el colectivo médico que para las personas mayores con dificultades a la hora de dormir, un programa de ejercicio moderado puede aportar profundas mejoras y ayudar a paliar esta alteración del sueño (Lemoine *et al.*, 2001), y estudios como el realizado por Hui-Ling y Good (2005), comprobaron que el escuchar música relajante a la hora de irse a la cama, durante 45 minutos, mejoraba la calidad, cantidad y eficiencia del sueño, además de reducir la latencia.

## 6. SUEÑO Y ACTIVIDAD FÍSICA

Aunque estudios como el de Horne (1981) afirman no encontrar evidencias de la relación entre sueño y actividad física de manera objetiva, y todavía no está comprobado el efecto exacto que el ejercicio realiza tanto en la cantidad como en la calidad del sueño, sí existen diversas investigaciones que arrojan algunas luces sobre este tema. Estudios epidemiológicos como el realizado por Vuori *et al.* (1988) demostraron, por medio de autoinformes, que la incidencia de problemas de sueño y somnolencia diurna era menor en aquellos sujetos que se reconocían como físicamente activos. En otro estudio de este tipo, O'Connor y Youngstedt (1995) observaron que aquellos que duermen mejor, están menos cansados durante el día y por ello más animados a realizar ejercicio regularmente. En definitiva, en los estudios epidemiológicos, según señalan Buckworth y Dishman (2002), el ejercicio está asociado con un sueño de mejor calidad, pero estos efectos se pueden atribuir a otros factores relacionados con la personalidad o el propio desarrollo de otros hábitos saludables favorecedores del sueño. Autores como Morris (2002) consideran que la actividad física moderada puede favorecer el dormir, concluyendo en su estudio que las personas que realizaron este tipo de trabajo se sintieron más cansados y durmieron mucho mejor. Este último autor desaconseja la práctica de ejercicio físico de cierta intensidad hasta seis horas antes de acostarse, aunque depende mucho, como ya hemos mencionado, de la duración e intensidad del esfuerzo.

En una revisión metaanalítica, Buckworth y Dishman (2002) comprobaron que el ejercicio aumenta significativamente la cantidad del sueño y disminuye el sueño REM, pero principalmente aumenta el tiempo total de sueño si se realiza un ejercicio de larga duración, por lo menos de una hora. Hay evidencias de que el entrenamiento tiene un impacto positivo en las quejas individuales sobre el sueño. Algunas características tanto del individuo como del ejercicio pueden influir en cómo o cuándo influye éste en el sueño, como por ejemplo el nivel de forma física, el aumento de temperatura corporal durante el ejercicio, la duración de la actividad, o el tiempo entre el ejercicio y el momento de irse a dormir. Sea como fuere, los mecanismos potenciales de los efectos del ejercicio en el sueño incluyen los efectos indirectos de la exposición a la luz natural durante el mismo, la disminución de la ansiedad, los cambios en el ritmo circadiano y los efectos bioquímicos del ejercicio (Salguero *et al.*, 2007).

### 6.1. Sueño, vigilia, actividad física y rendimiento

Puede resultar una paradoja pero el llegar a conseguir nuestros sueños, deportivos en este caso, puede llegar a quitarnos el sueño. Éste es importante para favorecer el rendimiento deportivo y la práctica deportiva en según qué condiciones puede llegar a alterar el mismo. De hecho, se pueden plantear diferentes cuestiones: ¿cuánto puede un deportista dejar de dormir sin empeorar su rendimiento?, ¿qué acciones motrices o prácticas físicas son más perjudiciales para conciliar el sueño?, ¿qué factores son los que impiden dormir?, o ¿qué pueden hacer los deportistas para dormir tranquilos?

Tal y como afirma Youngstedt (2000), las relaciones existentes entre el sueño y la vigilia, los ciclos de descanso-actividad, por una parte, y el rendimiento y la actividad física, por la otra, son muy complejas y multifactoriales. Se han descrito múltiples y muy diferentes trastornos y alteraciones del sueño, pero la que más nos interesa desde la perspectiva deportiva (por la relación causa-efecto que puedan tener), tal y como señalan García-Mas *et al.* (2003), es el insomnio. La forma de vida actual, con sus prisas, su ritmo trepidante y sus exigencias, hace que cada vez sea mayor el número de personas que los sufren, incluidos los deportistas.

A pesar de las limitaciones instrumentales, encontramos investigaciones como las desarrolladas ya por

Baekeland y Lasky (1966), Porter y Horne (1981) o Shapiro *et al.* (1987), en las cuales se parece demostrar que al comparar distintos grupos de deportistas con grupos control de personas no deportistas, existen diferencias entre los distintos parámetros del sueño y del dormir. Por otro lado, García-Mas *et al.* (2003), basándose en los trabajos e investigaciones efectuados por Kubitz (1996), Fu (1999) y Youngstedt (1999), comentan que ha sido comúnmente aceptado que los trastornos del sueño, específicamente el insomnio de conciliación y los insomnios pre y postcompetición, formaban parte de los signos atribuibles al estrés propio de la competición deportiva. Savis (1994) encuentra la existencia de discordancias entre la preferencia de los deportistas en cuanto a sus ciclos y hábitos de actividad y descanso respecto de los horarios en que se entrenan y en los que realizan sus competiciones, y que afecta a su rendimiento deportivo.

El exceso de ejercicio y las situaciones de sobreentrenamiento pueden ser causas de trastornos del sueño, pero éstos pueden aparecer también entre las causas del síndrome de sobreentrenamiento. Weinberg y Gould (1996) señalan que entre las causas del exceso de entrenamiento, aludidas por los propios deportistas, se incluyen las siguientes, por orden de importancia: presión y estrés excesivos, demasiado entrenamiento físico, extenuación física y dolor general, aburrimiento debido a repetición excesiva y descanso deficiente y dificultades para dormir bien. Entre los efectos del sobreentrenamiento aparecen: reducción del apetito, alteraciones del sueño, disminución de energía, sensación de agotamiento, irritabilidad, desgana en los entrenamientos, o actuaciones poco brillantes en las competiciones. El haber entrenado mucho puede hacer que conciliar el sueño sea más duro, y cuando se produce de forma reiterada puede llegar a generar lo que se conoce como insomnio por sobreentrenamiento.

García-Mas *et al.* (2003) aconsejan llevar a cabo un control de la calidad del sueño de los deportistas, lo que puede posibilitar adaptar de forma mucho más individualizada las características personales de cada atleta, respecto a sus preferencias y a sus hábitos de sueño, al entrenamiento y a la competición.

## 7. EVALUACIÓN DEL SUEÑO

Según hemos podido observar en la literatura en general, y en la que relaciona la actividad física con el sueño en particular (García-Mas *et al.*, 2003), existe una gran limitación en los instrumentos que se utilizan

para evaluar o valorar el sueño, tanto su cantidad como, sobre todo, su calidad. Los parámetros que se utilizan habitualmente para realizar dicha evaluación son:

- actividad cerebral mediante un electroencefalograma (EEG);
- movimiento ocular mediante un electrooculograma (EOG),
- medidas del tono muscular facial mediante un electromiograma (EMG),
- frecuencia cardíaca mediante un electrocardiograma (ECG),
- respiración usando una gran variedad de medidas.

### 7.1. Métodos de evaluación del sueño

En el presente apartado vamos a tratar o explicar brevemente algunos de los métodos o instrumentos para evaluar el sueño, tanto desde el punto de vista fisiológico como desde las sensaciones del propio individuo.

#### A) **Subjetivos:**

Como pueden ser una simple exploración física, los autorregistros, cuestionarios y autoinformes.

- 1) *Autoinformes*. En la literatura existen multitud de instrumentos, como la escala de somnolencia de Stanford de Hoddes *et al.* (1973), que evalúa la somnolencia diurna, o instrumentos más actuales, como el *Pittsburgh Sleep Quality Index* (Buysse *et al.*, 1989) o la *Epworth Sleepiness Scale* (Johns, 1991).
- 2) *Diarios de sueño*. Recogen la hora de ir a dormir, la hora aproximada en la que se queda el individuo dormido, durante cuánto tiempo, si ha tenido vigiliadas durante la noche, durante cuánto tiempo, hora de levantarse y calidad del sueño en los periodos de sueño principales. Se utilizan con frecuencia por su relativa simplicidad, pero dependen de la habilidad del participante de recordar todo (Roach, 2002) y tienen una gran carga subjetiva.
- 3) *Cuestionarios*. Existen multitud de cuestionarios estandarizados y validados, tanto de autoadministración como administrados por los profesionales en la materia. Entre ellos están los cuestionarios retrospectivos sobre el sueño (Porter y Horne, 1981; Savis *et al.*, 1997); el *Sleep Questionnaire and Assessment*

of Wakefulness (SQAW) de Miles (1979), del que existe una versión en castellano desde 1993; el Cuestionario Oviedo de calidad del sueño (Bobes *et al.*, 2000) (COS), que evalúa mediante una entrevista semiestructurada los trastornos no orgánicos del sueño; el *Life Skill Profile* (LSP) (Rosen *et al.*, 1989), que evalúa la relación sueño-descanso; o el *Sleep Assessment Questionnaire* (SAQ) (Cesta *et al.*, 1996) para la calidad del sueño, entre otros.

**B) Objetivos:**

Basados en mediciones fisiológicas que no se ven influenciadas por la personalidad, estados de ánimos o capacidades del individuo a estudiar:

- 1) *Polisomnografía* (PSG) (Figura 7.3). Es el método más usado y consiste en la grabación electrofisiológica de tres variables: (EEG), (EOG) y (EMG), pudiéndose añadir otras variables como la frecuencia cardiaca mediante un electrocardiograma (ECG) y la respiración mediante gran variedad de medidas (Roach, 2002). Este instrumento muestra problemas de validez y fiabilidad en el campo de la actividad física y del deporte (Roehrs *et al.*, 1990).
- 2) *Actigrafía* (Figura 7.4). Es un método objetivo de registro de la actividad motriz, que en este caso se utiliza para comprobar los ciclos de actividad, descanso y sueño de los deportistas, o la propia actividad que se produce en este periodo específico (García-Mas, 2003; Kushida *et al.*, 2001).
- 3) *Espectograma del sueño* (Figura 7.5). Consiste en un gráfico que se basa en los datos obtenidos de un electrocardiograma (ECG), y que representa tridimensionalmente la relación tiempo y frecuencia de las interacciones cardiopulmonares dinámicas (Gutiérrez, 2001; Cruzan, 2005; Thomas *et al.*, 2005).
- 4) *Prueba de latencia múltiple del sueño o Multiple Sleep Latency Test (MSLT)* (Figura 7.6). Es una prueba que dura unas siete horas normalmente, y que mediante una serie de periodos de sueño durante este espacio de tiempo, y con la medición de las actividades cerebral (EEG), cardiaca (ECG), muscular y ocular, es capaz de evaluar y/o diagnosticar trastornos del sueño como la narcolepsia o la hipersomnolencia.

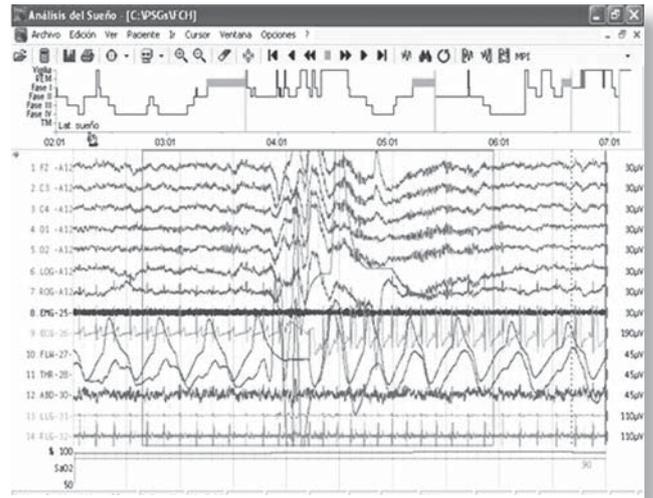


Figura 7.3. Aspecto de una polisomnografía.

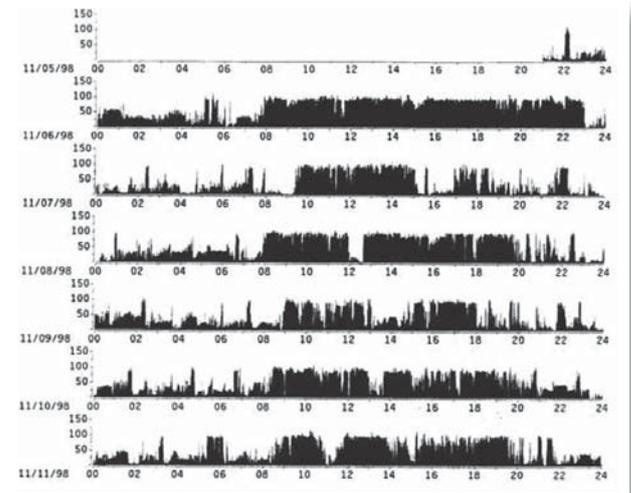


Figura 7.4. Actigrafía: actividad absoluta durante cuatro días y noches de un adulto joven, sin problemas de sueño ni de motricidad (García-Mas, 2003).

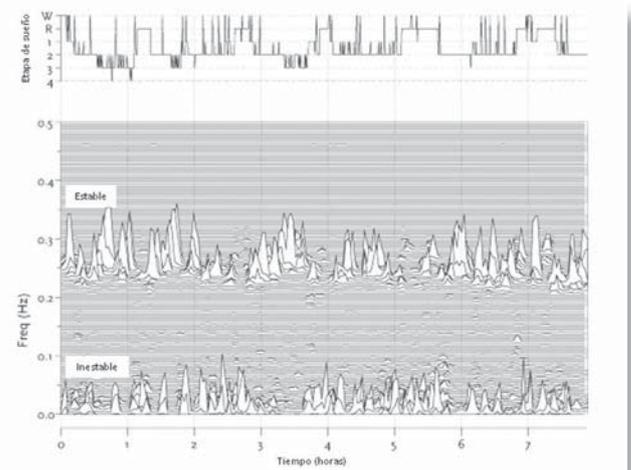
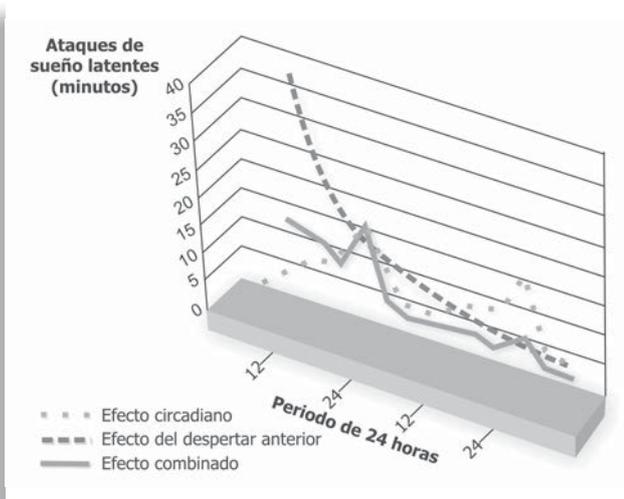


Figura 7.5. Aspecto de un espectograma del sueño (Cruzan, 2005).



**Figura 7.6.** Gráfica que representa un protocolo del MSLT de 24 horas (adaptado de Lack y Patrick, 1999).

## 8. RECOMENDACIONES PARA DORMIR MEJOR

La mayoría de nosotros dormimos menos tiempo de lo que necesitamos, y no son pocos los autores que elaboran listados con aquello que debemos y no debemos hacer para dormir bien. Estas recomendaciones contribuyen a lo que se ha venido a denominar como “higiene del sueño”. A continuación plasmamos algunas de las más representativas:

1. *Aprender cuáles son las necesidades de sueño.* Conviene determinar cuánto tiempo necesitamos dormir para encontrarnos lo suficientemente descansados. Para ello, se puede realizar un sencillo diario apuntando cuánto tiempo se ha dormido cada noche, y cómo te sientes durante el día siguiente. Después de una semana se podrán establecer cuántas horas necesitas dormir para levantarte como “nuevo”.
2. *Medio ambiente.* Una cama confortable y una habitación tranquila y oscura es el mejor ambiente para una buena noche de sueño. Algunas personas parecen adaptarse fácilmente a los cambios ambientales, pero otros (como los insomnes y ancianos) pueden ver afectado su sueño por los más ínfimos cambios (de temperatura, luz, ruidos, etc.), o al alojarse en un hotel, o donde amigos o parientes. Cuando la luz de la calle puede ser un problema, hay que solucionarlo con buenas cortinas oscuras, persianas especiales o un antifaz. El problema de

los ruidos puede solucionarse con orejeras o material de aislamiento en las ventanas.

3. *Tomar un baño caliente unas horas antes de ir a la cama.* Ayuda a conciliar el sueño.
4. *Evitar leer, ver televisión o comer en la cama.* Estas actividades condicionan al organismo a que permanezca despierto.
5. *Monotonía.* Debemos procurar desarrollar una rutina regular, tanto para ir a la cama como para levantarse. El paso clave hacia un sueño de calidad: levantarse siempre a la misma hora para ayudar a establecer el reloj biológico.
6. *Protege nuestro sueño.* No dejar que nuestras noches de descanso sean perturbadas por el teléfono, los animales de compañía, etc. Un sueño continuado es mejor.
7. *Olvidarse de los excitantes.* Respecto al alcohol, la nicotina y la cafeína, se ha demostrado que fragmentan el sueño y afectan a las fases del mismo. Eliminar la cafeína de nuestro cuerpo, por ejemplo, puede llevar hasta seis horas. Procuremos evitar medicamentos inhibidores del sueño y cualquier otro tipo de medicamento, especialmente al final de la tarde.
8. *Dieta.* Una comida copiosa lleva a nuestro sistema digestivo a un esfuerzo excesivo y esto puede destruir el sueño. Cuando llegue la hora de irse a la cama, se debe procurar no tomar alimentos altos en grasas, como por ejemplo, cacahuetes, que son muy lentos de digerir, o comidas como legumbres, frutas o verduras crudas, que no dejan de ser buenas para el cuerpo, pero que pueden provocar indigestión.
9. *Recuperar el sueño perdido.* Si hemos estado escatimando horas de sueño durante la semana laboral, puede que necesitemos recuperarlas durante el fin de semana. La mejor manera de hacerlo es acostarse temprano y levantarse a la hora en que lo solemos hacer generalmente. También se puede echar una siesta, siempre que no sea tan larga que suponga un problema a la hora de dormir por la noche.
10. *Disminuir el tiempo que se pasa despierto en la cama.* No tratar de dormir cuando no se sienta sueño. No permanecer en la cama más de quince minutos. Es mejor levantarse, realizar alguna actividad monótona, hasta que nos entre el sueño nuevamente.
11. *Hacer algo de ejercicio.* Como ya hemos comentado en el transcurso de este capítulo,

hacer ejercicio de forma regular ayuda a las personas a dormir mejor. Sus efectos beneficiosos, sin embargo, dependen de la hora del día en que se efectúe el ejercicio y del estado físico general del individuo. Las personas en buenas condiciones físicas deben evitarlo seis horas antes de acostarse. El ejercicio realizado

en la mañana no afecta al sueño nocturno, pero si se efectúa en tiempos cercanos a la hora de acostarse es posible que provoque alteraciones en el mismo. Por otra parte, el ejercicio irregular, una actividad física limitada y una vida muy sedentaria puede conducir a padecer de insomnio.



## Riesgos del ejercicio

Olga Molinero González y Raquel Martínez García

### OBJETIVOS

- Definir los riesgos de la práctica deportiva.
- Conocer los riesgos derivados del mal uso del ejercicio.
- Identificar los riesgos de la práctica deportiva en poblaciones específicas.
- Conocer los ejercicios contraindicados.
- Facilitar una orientación general sobre la seguridad en la práctica del ejercicio físico.

### 1. DEFINICIONES Y ASPECTOS CONCEPTUALES

Son conocidos y aceptados por la sociedad los beneficios que aporta la práctica de la actividad física y las ventajas de un estilo de vida saludable y activo, temas que están siendo desarrollados a lo largo de este libro. Pero en algunas ocasiones, más de las que creemos, el ejercicio puede ser un arma de doble filo, un medio para obtener resultados no deseados con consecuencias no tan positivas para nuestro organismo, sobre todo cuando la actividad física se realiza de forma inadecuada. Sobre este tema hablaremos en el presente capítulo, que pretende dar una imagen general de estas actividades nocivas, las características que reúnen, además de unas posteriores recomendaciones o indicaciones de lo que no debemos hacer.

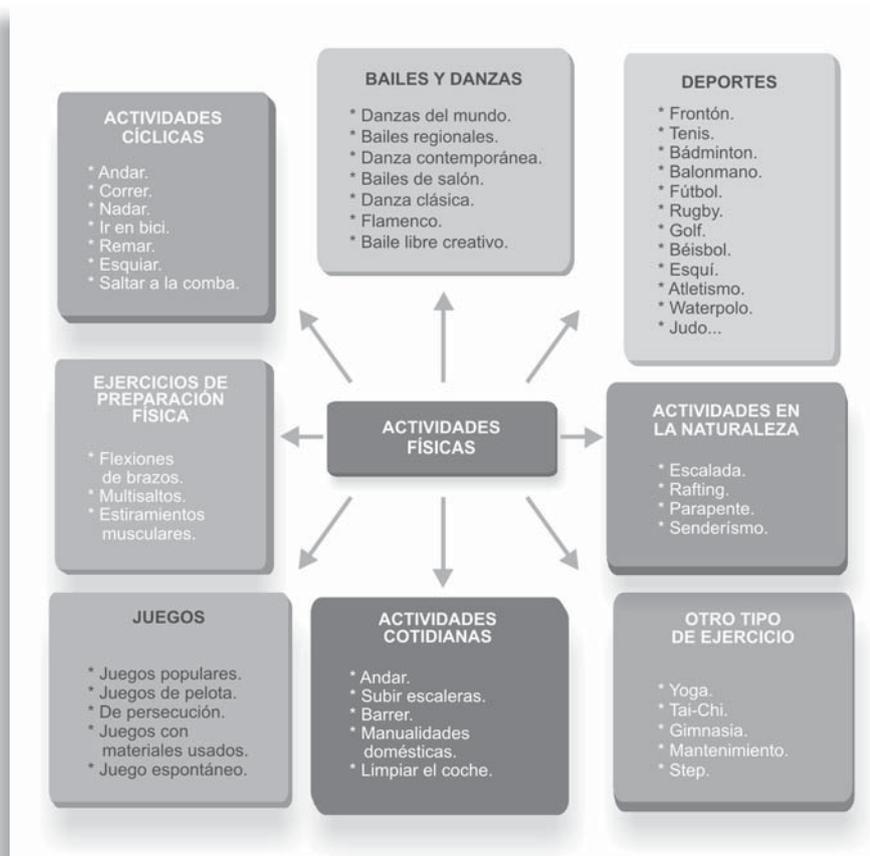
Los beneficios y los riesgos en la práctica física vienen relacionados, ya que según podemos ver durante todo este libro, es el efecto global de la actividad física sobre la salud lo que nos interesa, y por lo tanto intentaremos aumentar al máximo los beneficios y reducir al mínimo los riesgos. Esta relación beneficio-riesgo dependerá de factores como el tipo de actividad, la manera de realizarla y las características de los participantes (Devis, 2000). Esta correspondencia la plasma Marcos Becerro (1989) en una definición de salud que, según el mismo autor,

es la proporcionada por los países del denominado tercer mundo, pero que se ajusta a nuestra idea: “El mejor estado de salud de la población corresponde al mejor estado de equilibrio entre los riesgos que afectan a la salud de cada individuo y a la de la población, y los medios existentes en la colectividad para controlar esos riesgos, teniendo en cuenta la cooperación activa de la población”.

#### *¿Cuándo realizo actividad física?*

Cuando hablamos de actividad física, nos vienen a la cabeza fornidos atletas haciendo esfuerzos imposibles, o espectaculares mujeres moldeando sus cuerpos en gimnasios, pero nada más lejos de la realidad. La actividad física engloba desde hechos tan cotidianos como realizar las tareas del hogar o salir a hacer la compra, pasando por otras como son el baile y los paseos, hasta la práctica de disciplinas como el yoga, el tai-chí, o cualquier tipo de deporte. La Figura 8.1 nos muestra de forma global y esquematizada todas estas actividades.

Según la actividad física a la que nos dediquemos, las exigencias físicas son distintas en cada una de ellas. El ritmo de ejecución, los movimientos corporales, la existencia o ausencia de competición, el medio en que se realizan y otras características son las que condicionan la intensidad que requieren. La gran variedad de actividades van desde movimientos cíclicos y controlables como el andar o el nadar, a otros que implican movimientos rápidos o importantes



Fuente: Devis Devis, 2000

**Figura 8.1.** Ejemplo de distintas actividades físicas.

cambios de ritmo. Los riesgos asociados a estas últimas actividades son mucho mayores no sólo por estas características, sino porque pueden existir impactos con móviles, obstáculos y oponentes, así como problemas psicológicos y de relación social asociados a la competitividad (Devis, 2000).

### **Definición de riesgo**

El riesgo es un fenómeno constitutivo de la construcción social de la realidad, depende de la sociedad en la que vivimos y de la visión subjetiva de cada una. Por eso el riesgo tiene multitud de definiciones y vamos a señalar algunas. La Real Academia de la Lengua lo define como “contingencia o proximidad de un daño”; la Wikipedia como “el daño potencial que puede surgir por un proceso presente o evento futuro”. Pero la que más nos satisface es la que dice que riesgo es la eventualidad de que ocurra un hecho capaz de producir algún daño. Toda actividad, por simple que sea, conlleva un riesgo. Sólo hay riesgo si se cumplen dos condiciones a la vez: que exista posibilidad de accidente y que éste suponga un daño.

### **Tipos de riesgos**

Hay infinidad de clasificaciones de los riesgos atendiendo a distintos factores, como por ejemplo:

- Según su *origen*:
  - *Riesgos naturales*, originados por fenómenos de la naturaleza.
  - *Riesgos tecnológicos*, asociados a accidentes de origen tecnológico, como el riesgo químico, nuclear, etc.
  - *Riesgos antropomórficos*, que son los originados por la actividad del hombre: transporte, concentraciones de personas, etc.
- Según la percepción:
  - *Riesgo objetivo*, que es aquél que realmente existe y que depende de las características de la actividad.
  - *Riesgo subjetivo*, es aquél que depende de la apreciación individual del individuo y que dependerá de factores como las vivencias, las características individuales, la actividad, etc. Es decir, el modo en que los riesgos son percibidos por distintas personas y/o colectivos.

*Principales factores que afectan al estado de salud*

Brevemente, y sin ánimo de extendernos más en este tema, que ya se viene desarrollando durante toda la presente publicación, señalaremos en la Tabla 8.1 los factores más relevantes en la salud individual y grupal que se desarrollan o se clasifican en cuatro distintos grupos: factores determinados por el medio ambiente, factores determinados por la biología humana, por los hábitos de vida y determinados por la enfermedad.

**2. RIESGOS DERIVADOS DEL MARCO EN EL QUE SE REALIZA EL EJERCICIO**

El establecimiento de pautas de seguridad en la actividad física no debe limitarse a tener en cuenta las condiciones materiales del lugar donde se lleve a cabo la práctica, sino que también deben tener en consideración las condiciones ambientales, las características personales, la forma de realizar la actividad, las características de la práctica, la distribución y el tipo de ejercicios a realizar durante una sesión, la experiencia y el conocimiento que se tenga sobre la actividad física, así como la relación social que se establezca entre las personas participantes (Devis, 2000). A continuación trataremos los problemas que más habitualmente se dan en el ámbito de la práctica de la actividad física, y que pueden implicar la toma de riesgos innecesarios para la persona.

**2.1. Estado general de salud**

Antes de implicarnos en una sesión o en un programa de ejercicio físico, sería conveniente conocer nuestro estado de salud, y debemos saber que “estar en buena forma” no es lo mismo que “tener buena salud” (Peterson y Renström, 1988). Si bien una parte de la literatura recomienda la realización de un examen médico, otra parte de la misma considera que lo mejor y más práctico es completar un cuestionario individual sobre salud de los diversos que existen, como el NHP (*Nottingham Health Profile*), SF-36 *Health Survey*, SIP (*Sickness Impact Profile*), entre los diversos que hay, para hacer una clasificación de los sujetos participantes y adecuar la actividad a los mismos, así como otros que pueden evaluar la capacidad o aptitud física con la misma finalidad, como muestran Tuero *et al.* (2000), como por ejemplo el NAP (Escala de Niveles de Actividad Física), PAF (Escala de Perfil de Actividad Física), la Encuesta de Condición Física de Canadá o LTPA (*Minnesota Leisure Time Physical Activity Questionnaire*), entre otros. Para hacernos una pequeña idea de lo que puede suponer una actividad física cualquiera, hemos incluido la Tabla 8.2, que clasifica las mismas según la intensidad:

En el caso del *grupo 1* se pueden adaptar a distintos tipos de personas ya que pueden mantenerse constantes durante largo tiempo por individuos de diferentes características. En cambio las del *grupo 2* exigen una intensidad variable a los participantes en función de la habilidad o dominio técnico individual. Las del *grupo 3* implican cambios de ritmo y condiciones cambian-

**Tabla 8.1.** Principales factores que afectan al estado de salud (adaptado de Delgado Fernández, 1997 y Peterson, 1988).

Salud			
Medio ambiente	Biología humana	Hábitos de vida	Enfermedad
		Actividad física.	
		Experiencia.	
	Edad.	Nivel de entrenamiento.	
Físico.	Sexo.	Técnica.	Crónica.
Social.	Herencia genética.	Medidas generales (Sueño, reposo...).	Aguda.
Económico.	Características personales.	Alimentación.	Latente.
		Tabaco.	
		Alcohol.	
		Drogas y medicamentos.	

**Tabla 8.2.** Clasificación de actividades físicas según la intensidad que exigen (adaptado de Devis, 2000 y Márquez, Rodríguez y De Abajo, 2006).

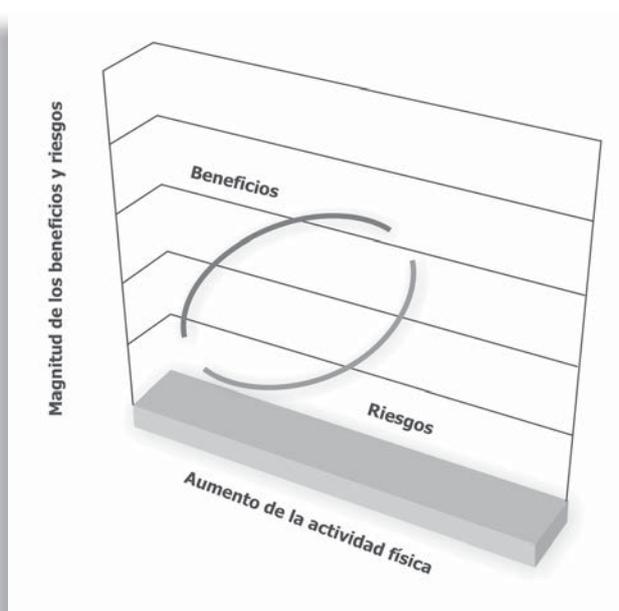
	Intensidad	Intensidad en MET	Tipos de actividades	Mantenimiento de la intensidad	Variabilidad intensidad entre personas
Grupo 1	Muy liviana y liviana.	3 a 5	Pasear. Ir en bicicleta en sitio plano. Carrera suave.	Más o menos constante.	Poca.
Grupo 2	Pesada.	6 a 9	Nadar. Esquiar. Patinar. Tenis.	Más o menos constante para experimentados.	Depende de la habilidad.
Grupo 3	Muy pesada.	Superior a 9	Frontón. Baloncesto. Squash. Rugby. Esquí de fondo.	Poco o nada constante.	Mucha.

tes muy variables en cuanto a intensidad exigida a los participantes. En estos dos últimos, las diferencias individuales de condición física pueden aumentar o disminuir las diferencias de intensidad que demandan las actividades. Recordemos que la actividad dirigida a la salud debe adaptarse a las características de las personas participantes, de ahí que resulte conveniente conocer las exigencias que requieren distintos tipos de actividades en las que van a involucrarse (Devis, 2000).

El Colegio Americano de Medicina del Deporte (Becker, 1998) clasifica el ejercicio o el deporte en tres tipos: a) cardiorrespiratorio (aeróbico), b) fuerza o resistencia muscular, c) flexibilidad. La mayoría de los estudios realizados para verificar la influencia del ejercicio sobre el área emocional del ser humano utilizaron actividades aeróbicas como la carrera, natación o ciclismo. Algunos realizaron ejercicios anaeróbicos (entrenamiento de fuerza). No se utilizaron ejercicios de flexibilidad.

Debemos recordar que los ejercicios que superen en mucho nuestra capacidad física, o nos causen molestias excesivas o dolores posteriores para la actividad realizada, serán ejercicios que sobrepasan nuestras capacidades, y éstos pueden tener resultados contrarios a los que buscamos en nuestra salud y forma física. En circunstancias extremas, la práctica de la actividad física puede llevar a la denominada “muerte súbita por ejercicio”, algo que puede ocurrirle especialmente a personas con una cierta propensión a enfermedades cardiovasculares, y con una adaptación insuficiente respecto al esfuerzo que pretenden realizar (Sánchez Bañuelos, 1996). Pero sin

llegar a consecuencias fatales de la muerte súbita, y según Thompson y Fahrenbach (1994), también existe riesgo de otras posibles complicaciones cardiovasculares, como son incidencias cerebro vasculares, arritmias cardíacas, disección aórtica, e infarto de miocardio.

**Figura 8.2.** Relación riesgos-beneficios en función de la cantidad de actividad (Plasencia y Bolívar, 2000).

Además, el mayor grado de beneficio o riesgo no depende únicamente de las actividades, sino también de la manera de realizarlas. La implicación física de cada persona, en cantidad e intensidad, depende en gran medida de la intencionalidad y la actitud que adopte en la realización de la práctica (Devis, 2000).

Este problema se plantea con el deporte ya que, al igual que las actividades recreativas, ofrece grandes posibilidades de disfrute y bienestar psicológico y social, pero por otro lado poseen los riesgos de lesiones derivados de la competitividad y el contexto social que rodea las actividades. Las presiones a las que se ven sometidos, la necesidad, en algunas ocasiones, de participar con lesiones no recuperadas del todo o con ayuda de vendajes, hace que algunas veces recaigan o se cronifiquen las mismas (Devis, 2000). Además, los beneficios que la misma actividad física nos pueden aportar en los procesos mentales, se pueden ver perjudicados por la fatiga muscular, de ahí la importancia del nivel de forma física del participante para determinar si dicho ejercicio físico es positivo o negativo para cada uno (Weinberg y Gould, 1996).

## 2.2. Falta de planificación

Tenemos que tener en cuenta que una vez iniciada la práctica, aspectos como la elección de los ejercicios más adecuados, el orden de los mismos, e incluso las sensaciones que uno tiene y el tipo de relación social que surge durante la actividad, condicionará el desarrollo de la misma (Devis, 2000). Partes como pueden ser un calentamiento, la parte central de la sesión o los estiramientos y vuelta a la calma finales, son importantes a la hora de reducir los riesgos de daño personal. En este aspecto, es crucial la formación del encargado de guiar dicha actividad, o del mismo practicante si lo realiza por cuenta propia.

En muchas ocasiones nos autocalificamos para recomendar a otros, o prescribirnos a nosotros mismos ejercicios que no sabemos qué repercusiones reales pueden tener. Por eso, a continuación mostramos unas pautas muy generales para los ejercicios más sencillos. El calentamiento deberá tener unos diez minutos de duración, y a partir de ahí, cuanto más acostumbrado al ejercicio a realizar más largo y más intenso deberá ser. En cuanto a la parte central de la sesión, las sensaciones dependerán en parte de la intensidad a la que se realicen, y deberá adecuarse a nuestro estado de salud y capacidad física, bien busquemos cualquier tipo de mejora o simplemente un mantenimiento de la misma. Los estiramientos deben realizarse cómodamente, sin experimentar dolor y después de haber movilizad o y aumentado la temperatura de los músculos.

Esta falta de planificación se puede extrapolar también tanto a las instalaciones deportivas como a la equipación que los individuos utilizan para realizar

dicha actividad. Si el equipo utilizado o las mismas prendas de protección son inadecuados, están mal diseñados o defectuosos, son insuficientes o incluso desechables por su estado, nos expone a una serie de riesgos que podemos evitar, como: lesiones, rozaduras, infecciones, contusiones y una larga lista de ejemplos. Lo mismo puede suceder con los servicios deportivos, que no sean aconsejables para las actividades de quienes los utilizan (Peterson y Renström, 1988) o no se adapten a las características de los sujetos y de sus posibles necesidades en caso de accidente, como por ejemplo, disponer de hielo en una instalación deportiva cualquiera.

## 2.3. Ausencia de normas higiénico-dietéticas

Los hábitos higiénicos también reportan beneficios saludables, y la ausencia de los mismos puede producir efectos negativos en nuestro organismo, como infecciones, polvo, suciedad y olor corporal. La ducha tras el ejercicio, además de relajarnos, nos evita o nos protege de los mismos. Usando chanclas en las duchas públicas, evitando compartir toallas o ropa y secando bien aquellas zonas donde puede quedar humedad en axilas, dedos e ingles, eludiremos posibles rozaduras, yagas, hongos e infecciones en las distintas partes del cuerpo.

El descanso inadecuado, de gran importancia y uno de los grandes olvidados, puede implicar fatiga en las actividades diarias, tanto laborales como del tiempo libre, elevando el riesgo de lesiones y problemas de salud. La necesidad de descanso varía según la persona pero se aconseja dormir de siete a ocho horas diarias. Esto, junto con la alternancia entre día de actividad y de ejercicio, y la completa recuperación y rehabilitación de las lesiones, mejorará nuestra calidad de vida.

## 2.4. Ignorar las condiciones climáticas

Este aspecto de la práctica física pocas veces se tiene en cuenta, y puede tener consecuencias serias para la salud del individuo. Por ejemplo, la realización de *ejercicio físico con altas temperaturas* hace que el sistema de termorregulación corporal no actúe eficazmente. La vasodilatación periférica y la posterior evaporación del sudor para contrarrestar el calor existente, puede perder su efectividad. Pero si existe mucha humedad en el ambiente y el sudor no se evapora, se

produce un aumento de la temperatura corporal alarmante con peligro de deshidratación. En estos casos, se aconseja realizar la actividad física en las horas más frescas del día, rehidratarse cada quince minutos y después de cada práctica, aunque no se tenga sed. Además, se debe vestir ropa amplia y de colores claros para reflejar el calor y facilitar la evaporación del sudor. Debemos evitar, en estos casos, el realizar el ejercicio físico sin una camiseta de algodón o de similares características que absorba el sudor y ayude a evaporarlo en contacto con la piel. Debemos recordar que el sudor es un medio para la termorregulación y no para perder peso, algo que ignoramos cuando utilizamos prendas no transpirables o plásticas para lograr este efecto mediante la actividad física.

La rehidratación durante y después del ejercicio, así como la reposición de las otras sustancias que son eliminadas de nuestro cuerpo, como las sales minerales, son fundamentales para no sufrir capítulos de deshidratación moderada o severa. Sus efectos en nuestra salud van desde calambres y espasmos musculares, aumento de temperatura, vértigos, hasta pérdida de conocimiento e incluso pudiendo llegar al coma y a la muerte (Marcos Becerro, 1989). Además, en estos casos, se suele dar una exposición al sol, cuyas radiaciones UVA y sobre todo UVB pueden producir lesiones en el organismo humano, como envejecimiento y cáncer. Para evitarlo, ya sea una exposición voluntaria como involuntaria, deberemos proteger nuestro cuerpo con cremas con protección solar adecuadas a nuestra piel, mantener la cabeza cubierta y utilizar las prendas adecuadas, además de intentar que estas exposiciones se realicen fuera de la franja horaria comprendida entre las 10 y las 16 horas.

En el caso contrario de realización de *ejercicio físico sufriendo bajas temperaturas*, la respuesta del organismo es la vasoconstricción periférica y el temblor para reducir la pérdida de calor y/o producirlo. El hecho de que haya viento aumenta esta pérdida de calor, por lo que las recomendaciones a seguir son la utilización de varias capas de ropa, que se irán retirando o añadiendo según las necesidades y el cambio de las condiciones climáticas, así como cubrir ciertas partes del cuerpo que se caracterizan por una gran pérdida de calor, como son la cabeza y las manos.

Incluiremos en este apartado la *práctica en lugares con una elevada contaminación del aire*, lo que aumenta los efectos biológicos de una exposición normal en estas condiciones, como pueden ser la irritación de las vías respiratorias, las dolencias crónicas como el asma, la bronquitis y las alergias. Debere-

mos evitar la actividad en zonas próximas a zonas industriales o de gran circulación rodada, o bien a horas donde la circulación sea menor. Mejor si podemos estar rodeados de árboles y zonas verdes, donde dicha polución suele ser menor.

La *actividad física en altura*, y con ello nos referimos a alturas que superan los 2.000 m, también tiene sus riesgos, aunque la actividad sea liviana. Se produce un aumento de la ventilación pulmonar, de la frecuencia cardiaca y de la cantidad de sangre movilizada, sobre todo en las primeras horas, por lo que es conveniente un proceso de aclimatación a las mismas. Si éste no se produjera, se podría padecer el denominado *mal de montaña*, con síntomas poco agradables, como el dolor de cabeza, náuseas, vómitos, insomnio y dificultad para respirar. En alturas superiores a los 2.700 m, sufrimos el riesgo de padecer un edema pulmonar, y en alturas de 3.600 m, la hemorragia retiniana es posible, aunque en la mayoría de los casos es reversible (Marcos Becerro, 1989).

Otras condiciones, como la *incorrecta iluminación*, pueden exponernos por sus efectos en la percepción de distancias y colores, además de disminuir la agudeza visual, aumentando las posibilidades de caída o golpe con objetos tanto fijos como móviles.

### 3. RIESGOS DERIVADOS DEL MAL USO DEL EJERCICIO

A la hora de realizar una actividad física periódica y frecuentemente, no sólo existen riesgos físicos, sino que también podemos comprometer aspectos relacionados con el comportamiento, tan importantes como los primeros, y a los que a menudo se les presta poca atención. Según estudios como el de Polivy (1994), cada vez hay más indicios o evidencias de que para algunas personas el ejercicio puede llegar a constituir una conducta compulsiva, lo que va frecuentemente relacionado con desarreglos en la alimentación tales como la anorexia nerviosa y la bulimia. Es importante considerar, según indica Shepard (1995), el riesgo de la prevalencia de un excesivo ejercicio físico en relación con un equilibrio energético negativo. Estos problemas que afectan a un pequeño porcentaje de la población general, son más comunes en deportes y en actividad física donde se presiona a los participantes sobre el peso en relación con la apariencia personal, la delgadez y el rendimiento (Sánchez Bañuelos, 1996; Michel *et al.*, 2003). La anorexia y la bulimia son los problemas más frecuentes.

Dentro de las repercusiones negativas que puede tener el ejercicio físico en el plano psicológico, podemos hablar de lo que los expertos han denominado como el *síndrome de burn-out*, catalogado como una “respuesta psicofisiológica al abuso del entrenamiento, y que tiene tanto repercusiones a nivel físico como la fatiga crónica, aumento de las infecciones, disminución de las funciones reproductivas, aumento de las lesiones, como psicológicas, manifestándose síntomas de ansiedad y depresión o fatiga psicológica crónica entre otros”. Esta patología puede estar favorecida por ciertas situaciones como la falta de apoyo social, de apoyo del entrenador, influencia negativa de los padres o tutores, aumento de las competiciones a corto plazo, más desplazamientos, además de relacionarse con características personales como falta de autonomía, ausencia de autocrítica y falta de apreciación de las propias competencias (Michel *et al.*, 2003). El impacto que estos factores y/o situaciones tiene en jóvenes participantes, que aún no tienen formada su personalidad y que son sometidos a grandes presiones, puede ser mucho más negativa que en el caso de los adultos.

### 3.1. Adicción al ejercicio

Aunque la cantidad de actividad física saludable no está claramente definida, hemos podido observar que los mayores beneficios se obtienen con niveles de actividad bajos o moderados, y decrecen con el aumento de la actividad. Unos mayores aumentos fisiológicos no conducen necesariamente a un mayor logro psicológico (Weinberg y Gould, 1996), y es que a partir de ciertas cantidades, los riesgos aumentan y pueden ocasionar problemas. Puede hablarse de *ejercicio obsesivo* cuando existe un nivel excesivo de práctica, sean deportistas de alto nivel o no, e incluso de *adicción*, cuando la *dedicación al ejercicio es tal que llega a empobrecer otras facetas de la vida de las personas* (Devis, 2000).

Autores como Weinberg y Gould (1996) diferencian entre la *adicción positiva y negativa* al ejercicio, justificando la primera por favorecer la fortaleza psicológica y aumentar la satisfacción vital (Glasser, 1976). Las personas utilizan esta adicción positiva para ayudarse a sí mismas a ser más fuertes, potenciando su estado de bienestar y de funcionamiento. Según esto, una persona que prosigue su participación en una actividad física regular, obtiene una serie de ventajas fisiológicas y psicológicas, entiende dicha

actividad como algo importante en sus vidas, y siente que puede integrarla satisfactoriamente con otros aspectos de las mismas. Esta línea coincide con la señalada por Sánchez Bañuelos (1996). Pero observamos que entre la adicción positiva y la negativa hay una delgada línea fácil de sobrepasar y cuyos límites no están claramente establecidos o estipulados.

La *adicción negativa* al ejercicio físico es una *dependencia psicológica y/o fisiológica de un régimen regular de ejercicios caracterizado por sufrir un síndrome de abstinencia una vez transcurridas 24-36 horas sin llevarlos a cabo* (Sachs, 1981; en Weinberg y Gould, 1996). En este caso se acaba eliminando la posibilidad de expresión de otras opciones. La vida se termina estructurando alrededor del ejercicio físico quedando perjudicadas las responsabilidades domésticas y laborales, reflejando un desajuste personal o social que se asocia a otros procesos adictivos que incluyen una creciente dosis de dependencia y síntomas de abstinencia resultantes de la privación (Weinberg y Gould, 1996). Sobre las bases o las justificaciones de este tipo de desviación del comportamiento en relación al ejercicio físico, a continuación mostramos la Tabla 8.3, que nos expone la diversidad etiológica de esta adicción.

Algunos autores diferencian entre la dependencia del movimiento y la dependencia de las sensaciones. En el primer caso, Michel *et al.* (2003) señalan que la repetición de movimientos que se dan en el deporte están asociados a una serie de sensaciones internas, kinestésicas y musculares, y éstas son susceptibles de ocupar una parte importante en la “economía psicológica” de sujetos en proceso de individualización como son los adolescentes. Es la búsqueda de la perfección en un movimiento lo que crea una adicción a la actividad física y que muestra síntomas que son similares a las adicciones a cualquier sustancia. En cuanto a la dependencia a las sensaciones, según este mismo autor, se dan más en los denominados deportes o actividades de riesgo o deportes extremos, donde se persiguen las sensaciones más que la victoria, y el adversario es uno mismo. Características de estas actividades como es la liberación de tensión, la búsqueda de los límites corporales, el placer sado-masoquista del test físico y la idea de control de sí mismo y el reforzamiento del narcisismo, junto con una serie de características en la personalidad de los participantes en este tipo de actividades, hacen que se pueda dar una adicción a la liberación de ciertas sustancias orgánicas que producen sensaciones, y que al contrario que otras adicciones, no son marginadores

**Tabla 8.3.** Bases etiológicas de la adicción al ejercicio (adaptado de Sánchez Bañuelos, 1996).

Autor	Año	Etiología / Base de la adicción
Lawrence.	1987	Actores psicológicos, desde la compulsión benigna hasta tendencias sadomasoquistas.
Colt <i>et al.</i>	1981	Propensión psíquica a padecer trastornos afectivos primarios.
Little.	1979	Crisis de privación.
Bompa.	1983	Abandono brusco de la actividad deportiva en deportistas de alta competición.
Sachs y Pargman.	1980	Síndrome de euforia del ejercicio fundamentado en factores bioquímicos (liberación de endorfinas).
Appenzeller.	1980	
Passer.	1984	Estrés excesivo asociado al deporte de competición.
Scanlan.	1984	
Gould y Weiss.	1987	
Dishman.	1989	
Michel <i>et al.</i>	2003	Repetición de los entrenamientos y ritualización de los gestos.

del sujeto, sino que otorgan cierto estatus (Michel *et al.*, 2003).

Tras una revisión de la literatura existente sobre el tema, hemos podido reunir una serie de criterios para clasificar una actividad como adictiva, o lo que es lo mismo, para diagnosticar la dependencia del ejercicio (Weinberg y Gould, 1996; Morgan, 1979) (Tabla 8.4):

- La actividad puede ser competitiva o no, y depende de nuestra exclusiva elección. Se dedica regularmente una hora al día aproximadamente a dicha actividad, con un modelo estereotipado de ejercicios físicos.
- La actividad requiere bajo nivel de destreza o de esfuerzo mental.
- La actividad no depende de otros y normalmente se realiza en solitario.
- El que lleva a cabo la actividad cree que ésta tiene un gran valor y la prioriza sobre otras actividades.
- El que practica la actividad cree que el progreso de la misma depende de la perseverancia y aumenta progresivamente la tolerancia a la cantidad de ejercicios.
- La actividad puede realizarse sin autocrítica pero con conciencia subjetiva de una compulsión hacia el ejercicio.
- Alivio del síndrome de abstinencia mediante ejercicio adicional y restablecimiento del mismo después de un periodo de interrupción de la actividad.

**Tabla 8.4.** Señales del ejercicio obsesivo (Boone, 1994).

Señales que advierten del ejercicio obsesivo
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando se antepone el perfeccionismo a las formas normales de entrenamiento.</li> <li>• Cuando el juego pierde el elemento de diversión.</li> <li>• Cuando existe una presencia de daño músculoesquelético.</li> <li>• Cuando se da una importancia exagerada a la mejora de la ejecución, de la distancia o del tiempo.</li> <li>• Cuando la grasa corporal se pierde con demasiada rapidez.</li> <li>• Cuando existen expectativas exageradas.</li> <li>• Cuando no hay tiempo para utilizar ropas o equipamientos de protección.</li> <li>• Cuando uno mismo o sus padres muestran un excesivo interés en ganar.</li> <li>• Cuando ganar es más importante que mejorar como participante y/o deportista.</li> <li>• Cuando ganar es más importante que hacer amigos.</li> <li>• Cuando ganar es lo único que importa.</li> <li>• Cuando el ejercicio entra en conflicto con intereses académicos o profesionales.</li> </ul>

Las consecuencias de un entrenamiento intensivo de forma adictiva se verán en una disminución de la capacidad para concentrarse, apatía, fatiga, lapsus de discernimiento, y actividad social y productividad laboral deterioradas, y que en muchos casos los propios adictos reconocen, pero no aceptan la ayuda, ya que a menudo sienten que con la actividad física pueden controlar su vida y dar más sentido a la misma. En caso de que el cese de la práctica de la actividad sea voluntario, no habrá problemas de abstinencia,

pero en el caso contrario de que dicha pausa sea forzada, ya bien sea por razones médicas o de otro tipo, mostrarán una serie de síntomas como la tensión, el desasosiego, irritabilidad, depresión, problemas interpersonales y sentimientos de culpa. Para aligerar estos síntomas sustituirán la actividad original por otras alternativas que sí puedan realizar, y en algunos casos puede que no queden satisfechos con dicha sustitución (Weinberg y Gould 1996).

En cuanto a otro tipo de adicciones, el abuso de sustancias, el uso de drogas o alcohol para mejorar la capacidad física es quizás la más conocida, es lo que se denomina dopaje, y que no es más que una trampa que puede aumentar el riesgo de lesión y/o enfermedad. La dependencia de sustancias para realizar actividades físicas, tienen un carácter contrario al espíritu de libertad que persigue el deporte y la actividad física en general, y el abuso de dichos componentes podría catalogarse, en palabras de Michel *et al.* (2003), como una *nueva toxicomanía específica de los deportistas*. Factores tanto ambientales como personales, relativos a las presiones externas, la búsqueda de novedad, de sensaciones, y la fuerte dependencia social, junto con rasgos narcisistas, caracterizan a los individuos que pueden ser más propensos a este tipo de conductas (Michel *et al.*, 2003). Omitiendo los posibles efectos secundarios, a medio y largo plazo, de la utilización de sustancias no permitidas por los distintos organismos encargados de regular su uso, y poniendo el ejemplo del alcohol, cuyo consumo puede parecer inocuo y con efectos euforizantes, muy al contrario, puede tener efectos deletéreos sobre dicha capacidad física durante las 48 horas tras su consumo, además aumenta el riesgo de lesiones y tiende a suprimir los efectos beneficiosos del ejercicio (Peterson y Rensström, 1988).

## 4. RIESGOS EN POBLACIONES ESPECÍFICAS

En este punto trataremos los riesgos que tienen ciertas poblaciones que padecen alguna patología, a la hora de practicar una actividad física, o cómo las enfermedades o situaciones que puedan sufrir, derivadas de su situación, pueden influir a la hora de elegir o realizar cualquier ejercicio. Además incluimos, para cada uno de los grupos, unas breves recomendaciones generales a la hora de ejercitarse.

### 4.1. Infancia y juventud

Se puede decir que en general los efectos negativos del ejercicio físico en esta población son pocos y de una incidencia muy limitada en comparación con los beneficios potenciales del mismo (Sánchez Bañuelos, 1996) pero que sí que existen. Por eso, a continuación, vamos a relatar lo que podemos encontrar en las actividades físico-deportivas de esta población en concreto.

En la infancia y la juventud, las presiones y la búsqueda de éxitos deportivos a edades tempranas, generalmente provenientes de los adultos, pueden acarrear riesgos innecesarios a nivel físico, psicológico y social. En el deporte escolar, pudiendo ser un contexto para la actividad física saludable, se olvida el interés de los niños por el juego y se enfatiza la victoria o el resultado. También hay que tener en cuenta las lesiones que pueden sobrevenir por dicha práctica, y que serán tratadas en otro capítulo, pero que a estas edades constituyen un motivo especial de preocupación, debido a la vulnerabilidad de las zonas de crecimiento de los huesos largos y los daños irreversibles que se puedan producir.

Las *lesiones por sobrecarga*, en la actualidad, es un cuadro frecuente que se da en algunos niños que desarrollan un entrenamiento sistemático. Factores como el crecimiento, los errores de entrenamiento, un defecto anatómico de alineación o un desbalance músculo-tendinoso enfermedades asociadas, y otros como el estrés o calzado y/o superficie de juego no apropiada, pueden producir ésta en los jóvenes. Por eso, un reconocimiento médico previo y un seguimiento periódico reducirá este tipo de lesiones. El desarrollo general del niño deberá primar por encima de las exigencias del entrenamiento y de la competición por razones tanto pedagógicas como médicas. La adaptación de los deportes tanto a los intereses como a la capacidad física y a la constitución de cada niño es primordial, para evitar lesiones y repercusiones dadas por sobreesfuerzos, destrezas, diferencias de sexo a ciertas edades, madurez, tamaño corporal, especialmente en deportes de contacto (Delgado, 1997; Molinero *et al.*, 2005).

Si hablamos de deporte de alto nivel, los problemas o riesgos que encontramos son mayores, repitiendo los problemas óseos, articulares, cardíacos, musculares, etc., agravados por la gran cantidad de horas dedicadas a la especialidad deportiva. Problemas como la ansiedad, el estrés, la frustración, además de una infancia no vivida, son riesgos psicológicos

que se sufren habitualmente por una especialización muy temprana, y que junto con la pobreza motriz que se genera en otros gestos o actividades distintas del deporte en cuestión, y la falta de visión de futuro de los encargados, hacen que el joven encuentre problemas posteriores que se reflejarán tanto en su comportamiento como en su capacidad para integrarse en la sociedad.

#### 4.2. Mujeres y actividad física

Aunque no lo consideramos en sí mismo un grupo especial, ciertos aspectos fisiológicos únicos del sexo femenino pueden verse afectados por práctica más o menos intensa. El exceso de ejercicio en el género femenino produce una gran pérdida de grasa corporal, reduce la producción hormonal de estrógenos y puede causar una menstruación irregular e incluso amenorrea. Esto afecta a la asimilación del calcio en los huesos, y consecuentemente puede provocar osteoporosis a edades muy tempranas (Devis, 2000).

En el caso de embarazo, y siguiendo las recomendaciones de Fernández Silva (2000), hay una serie de riesgos a la hora de practicar actividad física que hay que tener en cuenta y que pasaremos a enumerar: *isquemia fetal* debida a un compromiso de la oxigenación y nutrición fetal producido por la redistribución sanguínea durante el ejercicio; *hipoglucemia*, *hipertermia fetal*, por la cantidad de calor liberado por la gestante que realiza ejercicio físico y que puede llegar incluso a producir malformaciones en el feto.

En el caso de la mujer *lactante*, hay que tener en cuenta que los cambios tanto morfológicos como fisiológicos persisten entre cuatro y seis semanas. En este periodo, la práctica de actividad física no está contraindicada, aunque puede resultar incómodo e incluso doloroso por el aumento del volumen mamario. Deberá ser gradual, para reforzar el tono abdominal y el equilibrio postural, y ayudará a recuperar el peso corporal. El deporte de competición sí es incompatible con la lactancia.

En cualquiera de los dos casos, los riesgos dependerán de la intensidad de la actividad a realizar y de las características de la misma, recomendándose carrera suave, natación y ejercicio de intensidad liviana o moderada.

#### 4.3. Asma

Se entiende por asma las afecciones caracterizadas por accesos de disnea respiratoria, que pueden

tener una etiología diversa, pero que no vamos a tratar más profundamente en este apartado. Simplemente a continuación señalaremos los aspectos que aumentan el riesgo de sufrir un ataque de asma a la hora de la práctica física, ya sea de forma severa o moderada (Cano, 1997):

- Ejercicio continuo (>2’).
- Correr.
- Ejercicio de alta intensidad.
- Baja forma física.
- Aire frío y seco.
- Contaminantes del aire.
- Pólenes, hierbas...
- Infección respiratoria reciente.
- Ingestión de bloqueadores beta.

Por eso, para los individuos que padecen esta patología es recomendable que en su actividad física sigan las siguientes recomendaciones:

- Predisposición previa al ejercicio.
- Calentamiento adecuado.
- Ejercicio a intervalos (<5’).
- Ejercicio submáximo.
- Ambiente caliente y húmedo o, al menos, evitar el frío (mascarilla, pañuelo...).
- Respiración nasal.
- Evitar los causantes de los ataques en caso de un origen alérgico.

#### 4.4. Depresión y estrés

Smith (1990) nos la define como un *estado permanente de decaimiento, que se profundiza e interfiere la capacidad de vivir de modo normal*, y que clasifica en dos clases que sólo nombraremos: *reactiva* o *endógena*. Los síntomas que pueden influir en la práctica de la actividad física son: aumento o disminución del peso corporal, aumento o disminución del sueño, disminución de energía o fatiga, pérdida del interés o disfrute de las actividades diarias, melancolía insuperable, pérdida de contacto con la realidad, ansiedad, lentitud o agitación psicomotora, capacidad disminuida para concentrarse o pensar (Cano, 1997). Aunque hay una creencia general de las cualidades reductoras del estrés y de la ansiedad de la actividad física, a los investigadores les cuesta demostrar dichas afirmaciones con datos científicos, bien sea por las deficiencias en el diseño de sus estudios, como por la sobrevaloración del impacto del ejercicio en los estados afectivos (Tuson y Sinyor, 1993), que en todo caso

dependerá de la frecuencia, intensidad y carácter del ejercicio que se realice. Tanto es así, que en algunos casos los motivos de práctica, la importancia del ejercicio para cada individuo, los aspectos fuera del ámbito de la actividad física y los estados de ánimo relacionados, pueden determinar el efecto de esta actividad en ciertas poblaciones, llegando incluso a obtener resultados contrarios a los buscados.

Las recomendaciones o actuaciones a seguir por este grupo de población a la hora de realizar un ejercicio físico serán (Cano, 1997):

- Potenciar los refuerzos positivos.
- Ayudarle a tomar conciencia de sus posibilidades y capacidades físicas.
- Potenciar su autoestima.
- Proponer actividades atractivas y motivantes acordes con sus posibilidades.
- Potenciar actividades de colaboración y socialización.
- Favorecer un clima de diálogo.

#### 4.5. Diabetes

Sin querer profundizar en las causas y consecuencias para el organismo que puede producir esta patología, simplemente definiremos la misma diciendo que la diabetes es una enfermedad metabólica producida por una deficiencia absoluta o relativa en la producción de insulina por el páncreas, pudiendo ser insulino dependiente o no (Cano, 1997). Los riesgos a la hora de realizar una actividad física que se pueden dar en este grupo son:

- Hipoglucemia provocada por la reducción de necesidad de insulina y el posible exceso de la misma en la dosis aplicada anterior al ejercicio.
- En sujetos con diabetes mal controlada y con déficit de insulina circulante, el ejercicio puede empeorar la hiperglucemia.

Hay que saber que el ejercicio físico es una de las principales estrategias terapéuticas disponibles para aumentar la sensibilidad a la insulina en sujetos no dependientes. La combinación de entrenamiento extensivo regular y pérdida de peso conllevan a una mejora de la sensibilidad periférica a la insulina, pero siempre atendiendo a las características individuales del participante y adaptación a su capacidad.

#### 4.6. Obesidad

*Estado caracterizado por el desarrollo exagerado del volumen graso con respecto al volumen magro* (Cano, 1997). Los riesgos que hay en estos casos pueden estar producidos por los problemas derivados de la obesidad, como pueden ser los problemas cardiorrespiratorios, óseos, metabólicos y psicológicos. Esta situación se produce cuando el consumo de alimentos supera el gasto energético, lo que conlleva un aumento de peso corporal y por lo tanto la obesidad. Viene determinado por distintos factores: genético, nutricional, psicosocial e inactividad; pero siempre debemos recordar que nadie nace obeso, las personas se vuelven obesas a lo largo del tiempo por causa de hábitos y comportamientos inadecuados (Bastos *et al.*, 2005). Aunque este grupo de la población puede encontrar un apoyo o solución en la actividad física, existen una serie de riesgos a la hora de la práctica de ejercicio en los obesos, que vendrán producidos por las consecuencias de padecer dicha patología:

- Deterioro de las articulaciones y otras partes del cuerpo por someterlas a un esfuerzo adicional.
- Problemas respiratorios que pueden producir una crisis respiratoria en la práctica del ejercicio.
- Si sufre alguna enfermedad coronaria o fallo cardiaco congestivo puede sufrir incluso hasta un paro cardiaco.
- La hipertensión, hipercolesterolemia y las enfermedades hepáticas pueden complicar algunas actividades físicas de alta intensidad, con consecuencias fatales para el individuo.

Por todo esto, se les recomienda una actividad física aeróbica de intensidad moderada, gradual y que se adapte a las necesidades y características del sujeto, así como a las complicaciones derivadas de la patología que sufre.

#### 4.7. Tercera edad

Aunque en esta misma publicación aparece un capítulo que trata este tema en profundidad, haremos un pequeño inciso al respecto. Las modificaciones que sufre el organismo adulto con la edad, tanto a nivel físico, fisiológico como psicológico, deben ser tenidas en cuenta a la hora de realizar una actividad física con este grupo. La falta de adaptación a sus necesidades y características individuales, nuevamente pueden tener resultados nefastos y/o contraproducentes en el

individuo mayor. La influencia de la variación en las tasas cardiacas, en el sistema cardiovascular como en el aparato respiratorio, osteo-articular, hormonal, termorregulador, etc., y la influencia de estos factores como otros en el autoconcepto, autoestima, memoria, reflejos, etc., pueden convertir una actividad placentera y saludable en una situación perjudicial para nuestra salud.

Según Pecci (2004), los riesgos específicos del ejercicio físico en esta época de la vida se sitúan principalmente en dos ámbitos:

1. La disminución de la elasticidad tisular y la aparición de la osteoporosis hacen al aparato locomotor más frágil y pueden convertir pequeños traumatismos en lesiones de gran importancia.
2. Existe también un riesgo cardiovascular, generalmente por insuficiencia cardiaca latente, que se debe minimizar con una revisión médica previa que incluya una prueba de esfuerzo con monitorización cardiaca.

Normalmente, estos riesgos específicos están favorecidos por algunos factores como la sobreestimación, la competitividad o el ignorar las contraindicaciones que se les ha señalado. Señalar también que a estas edades un alto porcentaje de la población está medicado con uno o varios fármacos, algo a tener en cuenta a la hora de elegir una actividad física, por el efecto que ésta pueda tener, o por las posibles modificaciones de las dosis o sustitución de determinados fármacos.

## 5. SEGURIDAD Y PREVENCIÓN EN LA PRÁCTICA DEL EJERCICIO

La palabra *seguridad* hace referencia a la ausencia de peligros y daños o la forma de evitarlos que, al referirnos a la salud, adopta el nombre de prevención. Es decir, en contextos relativos a la actividad física saludable, hablaremos de seguridad cuando hagamos referencia a las medidas de prevención que eviten o minimicen el riesgo de lesión. La seguridad se plantea para facilitar experiencias positivas y satisfactorias a las personas que, individual o colectivamente, deciden realizar alguna actividad estructurada, así como para evitar problemas y mejorar las actividades de la vida cotidiana (Devis, 2000). El respeto a las personas y el material se hacen imprescindibles para facilitar una práctica más segura para todos los

participantes. La cooperación con los demás contribuye al disfrute de todos porque aportan ideas para la mejora del programa y se está atento a los signos de alerta en la práctica de los compañeros (Devis, 2000), asimismo el conocimiento y respeto de las características y patologías que pueda sufrir cada individuo o grupo de población, nos reportará una actividad segura y satisfactoria, además de saludable.

En este apartado juegan un papel fundamental las revisiones médicas que los participantes en cualquier actividad deben realizar antes y durante el periodo que dura la misma. Para ello, las distintas organizaciones o empresas encargadas pueden realizar dichos reconocimientos bien, mediante la presencia de un médico especialista que catalogue las patologías, el estado de salud y la capacidad física del paciente, además de un licenciado especializado a la hora de recomendar las actividades físicas que más se adapten a sus capacidades. Otra posibilidad a la hora de realizar un examen médico, y por supuesto, no tan completo como el anterior, es el administrar una serie de cuestionarios que existen en la literatura, que basándose en las actividades cotidianas que el individuo realiza, junto con las anteriores visitas que el mismo pueda haber realizado al médico, enfermedades crónicas, intervenciones quirúrgicas y hábitos de vida, estiman el estado de salud de la persona, para aconsejarle una actividad posterior.

Finalmente, no queremos olvidarnos del papel fundamental que aquí juega la formación de los técnicos encargados de las actividades físicas. En muchas ocasiones, las empresas contratan a sujetos semiformados, con carencias en materia de fisiología del ejercicio, biomecánica, psicología y otras ciencias relacionadas con la actividad física, y cuya metodología no se adapta de la manera más idónea a las características de los participantes.

## 6. EJERCICIOS DESACONSEJADOS Y MITOS SOBRE ACTIVIDAD FÍSICA

Cuando hablamos de *ejercicios desaconsejados o contraindicados* desde el punto de vista de la salud nos referimos a aquellos que *hacen trabajar a una articulación fuera del radio de acción de ésta, que se realizan incorrectamente o de forma forzada, aunque los criterios para clasificarlos son variados y modificables con los diferentes estudios* (Fraile, 1996). Por

ello, debemos elegir los ejercicios más seguros, es decir, aquellos que trabajan lo que queremos, y nos ofrecen las máximas garantías de seguridad posibles porque no son propensos a provocar lesiones o a repercutir negativamente en alguna parte de nuestro cuerpo, ya sea a corto o largo plazo. La ausencia de dolor no significa que no existan riesgos, puesto que los daños pueden ser graduales y no manifestarse hasta transcurridos varios años. Debemos prestar especial atención a las partes más vulnerables de nuestro cuerpo y que soportan más sobrecarga, como son la espalda, en su parte cervical y lumbar, y las rodillas (Devis, 2000; Fraile, 1996); sobre todo en los individuos más vulnerables por su edad como pueden ser los niños, por encontrarse en pleno desarrollo, y las personas mayores, por su estado de involución y de salud. Recordemos que el indicador más personal es nuestra propia sensación al realizar los ejercicios.

A continuación mostramos una serie de contraindicaciones generales, que no pretenden abarcar todas las posibles, no todos los grupos o casos especiales existentes, ni mucho menos, pero sí facilitar unas pautas que siempre debemos tener en cuenta en nuestra actividad física, sea cual sea ésta:

- Evitar estiramientos balísticos o con rebotes.
- Evitar la hiperextensión y la hiperflexión en las articulaciones de la rodilla y la columna.
- Evitar los movimientos rápidos e incontrolados en la zona cervical.
- No acrecentar la curvatura lumbar al realizar abdominales.
- Evitar los ejercicios en los que el tronco quede a favor de la gravedad con el único sostén de los ligamentos de dicha zona.
- Evitar rotar la rodilla para no perder su estabilidad.
- Evitar bloquear las articulaciones.
- No contener la respiración en la realización de los ejercicios porque puede elevar la presión arterial innecesariamente.
- En caso de lesión, no ejercitarnos con dolor, porque podemos agravar la lesión, recomendando la asistencia médica.
- En edades tempranas, estará contraindicado el levantamiento de pesas hasta no alcanzar la

maduración en el crecimiento esquelético, y las carreras competitivas de fondo no se recomiendan hasta la madurez.

- En mujeres embarazadas, estará contraindicado absolutamente el ejercicio físico para aquellas que presenten enfermedad renal o cardíaca, infección aguda, embarazo múltiple y otras afecciones. Y estará contraindicado relativamente en el caso de hipertensión arterial no controlada, arritmia cardíaca, anemia moderada o severa, diabetes, enfermedad pulmonar, entre otras.

Finalmente hay que señalar que la existencia de mitos o creencias erróneas acerca de ejercicio físico son muy comunes. Diversas influencias que van desde la publicidad hasta responsables poco formados, dan lugar a prácticas peligrosas para la salud, ya que llevan asociados conductas nocivas y de riesgo para el organismo. El peligro está en los que asumen estas creencias como válidas, e instauran hábitos de ejercicio físico y deportivo que resultan nocivos para la salud, tanto a corto plazo (durante e inmediatamente después del ejercicio) como a medio y largo plazo (López Miñarro, 2000). A continuación veamos alguno de ellos como ejemplo y que a pesar de ser los más sencillos son los más frecuentes, tomando como referencia la publicación de López Miñarro (Tabla 8.5):

## 7. CONCLUSIONES

Como hemos podido ver, la actividad física tiene una gran cantidad de beneficios para el individuo que la practica, pero también tiene una serie de riesgos que se desconocen. Por eso hemos planteado una revisión general de estas contraindicaciones o riesgos que se pueden dar en la práctica del ejercicio de forma general como en grupos específicos de la población. A continuación mostramos un cuadro resumen de este capítulo, a modo de conclusión (Tabla 8.6), junto con otra imagen que muestra las contraindicaciones tanto relativas como generales de dicha actividad (Tabla 8.7).

Tabla 8.5. Mitos sobre el ejercicio físico y su relación con la salud.

Mito	Verdadero o falso	Fundamentación	Autor	Recomendaciones
Cualquier ejercicio físico es adecuado para la salud.	FALSO	Depende de contenidos, volumen e intensidad.	López Miñarro (2000).	Adaptar a las características y circunstancias del individuo para la prescripción del ejercicio.
A mayor cantidad de ejercicio mayor es el beneficio.	FALSO	Diferencia entre condición física-salud y condición física-rendimiento en cuanto a métodos y medios de entrenamiento que exceden los niveles de actividad fisiológica definidos como saludables en la literatura científica.	López Miñarro (2000).	Concretar los objetivos que se pretenden conseguir con la práctica de dicha actividad.
Las "agujetas" desaparecen tomando bicarbonato o agua con azúcar.	FALSO	Origen controvertido según literatura.	López Miñarro (2000).	Evitar ejercicios que generan ese dolor muscular postesfuerzo de aparición tardía (DOMS), y en caso de haber aparecido, realizar el mismo ejercicio que las provocó pero a menor intensidad.
Sudar abundantemente es adecuado para perder peso.	FALSO	La pérdida de peso corporal provocada por pérdida de agua es conveniente recuperarlo en 24-48 horas por razones de salud (hipertermia y deshidratación).	Fox (1984). López Miñarro (2000).	Combinar dieta hipocalórica, ejercicio físico aeróbico bajo condiciones climáticas adecuadas.
El consumo de proteínas comerciales para aumentar la masa muscular.	FALSO	Las proteínas extra que superan las recomendaciones diarias no son necesarias y producen secuelas y alteraciones en el cuerpo humano (problemas metabólicos y procesos degradativos).	Nieman (1990). Garrido (1991). Marcos Becerro (1994). Colado (1996).	Ingerir no más del 15% del total de la ingesta calórica diaria en proteínas y realizar trabajo muscular adecuado para este objetivo.
Pérdida de grasa abdominal con la realización de ejercicios abdominales.	FALSO	El lugar de procedencia de los ácidos grasos durante el ejercicio depende de factores genéticos, morfológicos, hormonales, etc.	Tinajas y Tinajas (1992) Howley y Franks (1995).	Realización de ejercicios aeróbicos de intensidad moderada, intervención de grandes grupos musculares 3-5 sesiones a la semana.
El "fiato" es provocado por la ingestión de agua.	FALSO	Debido al flujo de sangre y aporte de oxígeno inadecuados a los músculos respiratorios: diafragma y músculos intercostales.	Sánchez (1992). López Miñarro (2000).	Detener el ejercicio y en caso de persistencia, no se aconseja hacer esfuerzos con dicho dolor.
El ejercicio provoca hambre y hace que se ingiera más alimento.	FALSO	El consumo de glucosa por parte del organismo sí produce una estimulación evidente del apetito, pero no cuando utiliza en mayor medida los depósitos de triglicéridos.	Di Monteventano (1992). Anderson <i>et al.</i> (1995). López Miñarro (2000).	Realizar ejercicio aeróbico a una intensidad que se sitúa en el primer umbral ventilatorio, estimula la lipólisis y no un gran descenso de la glucemia.

**Tabla 8.6.** Riesgos de la práctica de actividad física (Devis, 2000).

Riesgos	
Tipo de actividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades con movimientos bruscos.</li> <li>• Dificultad para autocontrolar la intensidad (deportes colectivos).</li> <li>• Posibilidad de impactos con objetos u oponentes.</li> <li>• Problemas psicológicos y de relación social derivados de la competitividad.</li> </ul>
Medio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de seguridad en aspectos relacionados con el medio (equipamiento, clima).</li> <li>• Relacionados con los objetos: caídas, accidentes...</li> <li>• Relacionados con el medio natural.</li> </ul>
Mal uso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacionados con el abuso del ejercicio:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Lesiones por sobreentrenamiento y accidentes.</li> <li>– Dificultad para conciliar el sueño.</li> <li>– Irritabilidad y nerviosismo.</li> <li>– Disminución de la autoestima.</li> <li>– Apatía.</li> <li>– Adicción y obsesión por el ejercicio.</li> </ul> </li> <li>• Relacionados con el uso inadecuado:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Falta de seguridad en la práctica.</li> <li>– Desajuste entre las actividades y las características personales.</li> </ul> </li> </ul>

**Tabla 8.7.** Contraindicaciones a la actividad física (Pecci, 2004).

Contraindicaciones	
Relativas	Absolutas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Embarazo.</li> <li>• Angina estable.</li> <li>• Insuficiencia cardiaca congestiva sintomática con el ejercicio físico.</li> <li>• Enfermedad coronaria o valvular cardiaca asintomática.</li> <li>• Hipertensión arterial (&gt;180/110 pero &lt;250/115).</li> <li>• Enfermedad vascular periférica: claudicación, tromboflebitis.</li> <li>• Enfermedad respiratoria: EPOC, asma de esfuerzo.</li> <li>• Cirugía mayor reciente.</li> <li>• Diabetes tratada con insulina (el ejercicio disminuye su requerimiento).</li> <li>• Enfermedades hepáticas, renales o esplénicas.</li> <li>• Enfermedad hemorrágica: gastrointestinal o intracraneal.</li> <li>• Anemia (hemoglobina &lt;10 g/dl).</li> <li>• Convulsiones.</li> <li>• Obesidad marcada.</li> <li>• Artritis y discopatía.</li> <li>• Heridas recientes.</li> <li>• Fármacos digitálicos bloqueadores beta y, en general, fármacos bradicardizantes.</li> <li>• Trastornos psiquiátricos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Angina reciente o de características cambiantes.</li> <li>• Insuficiencia cardiaca congestiva sintomática con una actividad ordinaria.</li> <li>• Infarto de miocardio reciente (de menos de 3 semanas). Actividad controlada.</li> <li>• Determinadas arritmias: fibrilación auricular, síndrome del nódulo sinusal, bloqueo cardiaco de segundo y tercer grado, taquicardia auricular paroxística, bloqueo de rama con enfermedad de las arterias coronarias, contracciones ventriculares prematuras malignas.</li> <li>• Valvulopatía grave (estenosis aórtica +++ ) o enfermedad obstructiva al flujo de salida (estenosis subaórtica hipertrófica idiopática).</li> <li>• Aneurisma ventricular o aórtico.</li> <li>• Cardiopatía congénita.</li> <li>• Hipertensión no controlada (250/115).</li> <li>• Accidentes isquémicos transitorios.</li> <li>• Miocarditis y pericarditis.</li> <li>• Patología respiratoria acompañada de hipertensión pulmonar.</li> <li>• Respuesta anormal a una prueba de esfuerzo.</li> <li>• Trastornos metabólicos no controlados: hipertiroidismo, diabetes mellitus, insuficiencia suprarrenal.</li> <li>• Enfermedades infecciosas agudas.</li> <li>• Embolismo pulmonar reciente.</li> <li>• Fármacos: dicumánicos, quimioterapia antineoplásica.</li> <li>• Problemas ortopédicos que impiden la práctica de ejercicio.</li> </ul>



# Implicaciones psicosociales de las lesiones deportivas

Fernando Gimeno Marco

## OBJETIVOS

- Identificar los factores psicosociales de riesgo de las lesiones deportivas.
- Comprender los mecanismos implicados en la relación entre el estrés y la vulnerabilidad a las lesiones.
- Conocer los aspectos básicos de las estrategias psicológicas para la prevención y rehabilitación de las lesiones deportivas.
- Analizar la importancia de la evaluación psicológica mediante la metodología de la evaluación conductual para el diseño de intervenciones psicológicas en el contexto de las lesiones deportivas y para el control del efecto de estas intervenciones.

## 1. PRÁCTICA DEPORTIVA Y LESIONES

El riesgo de daño o de lesión física está asociado a la práctica de cualquier tipo de deporte o de actividad que requiera ejercicio físico. En el último estudio realizado en España por el Centro de Investigaciones Sociológicas sobre los hábitos deportivos de los españoles (CIS, 2005), las lesiones constituyen el sexto factor en importancia relacionado con el abandono de la práctica deportiva (véase Tabla 9.1).

Estudios epidemiológicos realizados en Estados Unidos indican que más de 70 millones de lesiones requieren atención médica o al menos un día de restricción de la actividad física (Williams y Roepke, 1993). La incidencia de estas lesiones es más grave en niños y adolescentes, al haber desplazado a las enfermedades infecciosas como la principal causa de muerte y de minusvalía (Boyce y Sobolewski, 1989). Al menos de tres a cinco millones de estas lesiones suceden en el deporte de recreación (Kraus y Conroy, 1984), y en el caso de deportistas amateurs cada año cerca de la mitad sufren una lesión que perjudica su práctica (Garick y Recua, 1978), requiriendo una

cuarta parte de estas lesiones al menos una semana sin práctica deportiva (Hardy y Crace, 1990).

Las importantes y en ocasiones graves consecuencias asociadas a las lesiones deportivas, tanto desde una perspectiva social más amplia, como hemos visto anteriormente, pero también desde la perspectiva individual del deportista lesionado (por ejemplo inactividad, cambios en la vida personal y familiar, abandono total o parcial de la actividad deportiva, pérdidas económicas, secuelas físicas y psicológicas, etc.) determinan la importancia de llevar a cabo una adecuada labor de prevención y de rehabilitación.

Aunque, como se ha afirmado al principio, la actividad deportiva está asociada al riesgo de lesiones, la práctica de actividad física o de un deporte en sí misma no produce directamente una lesión salvo que concurren: factores físicos (desequilibrios musculares colisiones a alta velocidad, exceso de entrenamiento, fatiga física...), factores ambientales (deficientes condiciones meteorológicas, como temperaturas extremas, lluvia, hielo; materiales inadecuados, como superficies deslizantes o con inadecuado nivel de absorción del impacto para el deporte practicado, calzado y prendas deportivas inadecuadas...) y/o factores psicosociales, como se explica a continuación.

**Tabla 9.1.** Motivos de abandono de la práctica deportiva\*.

<b>"De los motivos que aparecen en esta tarjeta, dígame los dos, por orden de importancia, que más influyeron en su decisión de abandonar la práctica del deporte"</b>	<b>Primera razón</b>	<b>Segunda razón</b>
Salía muy cansado o muy tarde del trabajo.	27,3	11,1
Otras razones.	12,2	9,1
Por salud.	10	4,7
Por pereza y desgana.	9,5	14,8
Por edad.	8,7	6,1
Por lesiones.	8,2	2,7
Los estudios le exigían demasiado.	7,3	2,5
Por falta de tiempo.	2,9	2,4
No tenía instalaciones deportivas cerca.	2,7	3,1
Falta de apoyo y estímulo.	2,5	6,9
No tenía instalaciones deportivas adecuadas.	2,2	1,6
Dejó de gustarle hacer deporte.	1,7	2,2
N.C.	1,5	26,4
Por falta de dinero.	1	1,8
Se enfadó con el entrenador.	0,7	0,3
No le gustaba al novio/a.	0,5	0,4
Los amigos no hacían deporte.	0,4	1,9
Sus padres no le dejaban.	0,3	0,4
No le veía los beneficios.	0,2	0,8
No verle utilidad al deporte.	0,2	0,4
Se enfadó con los directivos.	0,1	0,1
(N).	2418	2418

\* Estudio 2.599 Hábitos deportivos de los españoles, III; Centro de Investigaciones Sociológicas, 2005; resultados para el total del territorio español.

## 2. FACTORES PSICOSOCIALES IMPLICADOS EN LAS LESIONES

La competición y el entrenamiento deportivo son situaciones que cuando el deportista se enfrenta a ellas con incertidumbre, o con el temor de no alcanzar el éxito que pretende, o con exceso o defecto de motivación, o exceso o defecto de tensión..., "él mismo" aumenta su vulnerabilidad a lesionarse. En este sentido, no es tanto la situación en sí misma sino el funcionamiento psicológico del deportista, el responsable de la ocurrencia de una posible lesión. De hecho, ante una misma situación de práctica deportiva, podemos constatar que no todos los deportistas se lesionan; y por otra parte, un mismo deportista en situaciones similares en alguna ocasión ha podido lesionarse y en otras no. Las diferencias inter e intraindividuales de los deportistas en el plano psicológico ponen de manifiesto precisamente la influencia de diferentes variables psicológicas (ansiedad, motivación, concentración, toma de decisiones...) en los resultados o con-

secuencias de la práctica deportiva, como los aciertos o errores, el rendimiento obtenido, el resultado alcanzado..., y las lesiones.

Los factores psicosociales que guardan una relación más estrecha con las lesiones deportivas son característicos de personalidad de naturaleza estable, el historial de estresores, los recursos de afrontamiento y el estrés. Éste último, por su especial relevancia, aparece desarrollado en un apartado de forma independiente.

### 2.1. Características de personalidad

Las investigaciones dirigidas al análisis de la influencia de la personalidad en las lesiones no han aportado resultados consistentes. En el conjunto de estos estudios no se han encontrado diferencias de personalidad entre deportistas lesionados y no lesionados, utilizando diferentes instrumentos de evaluación como el Cuestionario los 16 factores de personalidad, de Cattell (16-PF) (Abadie, 1976; Irvin, 1975;

Jackson *et al.*, 1978; Valiant, 1981) o el *California Psychological Inventory* (CPI) (Brown, 1971). Similares resultados se han obtenido en estudios que han analizado la influencia de rasgos específicos de personalidad como el “locus de control” (Dalhauser y Thomas, 1979; Kerr y Minden, 1988; Passer y Seese, 1983).

Las características específicas de la medición a través de cuestionarios de personalidad podrían explicar en buena medida esta ausencia de relaciones entre personalidad y lesiones. En este sentido, pueden considerarse las siguientes dificultades o fuentes de error en la utilización de este tipo de instrumentos:

1. Las respuestas a este tipo de instrumentos son susceptibles de ser falseadas, como por ejemplo cuando el deportista tiende a responder de un modo socialmente deseable (sesgo de “deseabilidad social”), especialmente cuando sospeche que esta información pueda ser conocida por otras personas, como por ejemplo el entrenador, sus padres, etc.
2. En muchos casos resulta difícil responder con precisión debido a la complejidad o ambigüedad de los enunciados de algunos ítems.
3. El establecimiento de relaciones causales a partir de análisis correlacionales, sin que por otra parte se profundice en el análisis de otras variables psicológicas y no psicológicas que pudieran estar influyendo en los resultados.

Continuando con la última línea argumental, serían variables de personalidad más específicas las que guardarían una relación más estrecha con las lesiones, como:

1. La “ansiedad rasgo”. Un perfil de alta ansiedad, o disposición general a percibir un amplio rango de situaciones con amenaza y reaccionar con respuesta de ansiedad (Spielberger, 1966). Aquellos deportistas con puntuaciones altas en “ansiedad rasgo” serían más vulnerables a las lesiones.
2. La “motivación de logro” (Nichols, 1995). Altos niveles motivacionales conducirían tanto a la necesidad de conseguir éxito como a la necesidad de evitar el fracaso, impulsando al deportista a realizar sobreesfuerzos innecesarios o a un abuso excesivo del entrenamiento. Pero también una motivación deficiente podría dificultar la adherencia del deportista a conductas preventivas de autocuidado o favorecer déficits atencionales que podrían a su vez propiciar eje-

cuciones técnicas defectuosas, favoreciendo así la ocurrencia o agravamiento de una lesión.

3. El rasgo de personalidad de *hardiness* (dureza) (Kobasa, 1979). El constructo de *hardiness* tiene tres dimensiones: control, o tendencia a percibir control en las situaciones potencialmente estresantes; compromiso, tendencia a involucrarse en aquello que uno hace o que necesariamente tiene que afrontar; y reto, tendencia a considerar las situaciones potencialmente estresantes como dificultades que pueden ser superadas e incluso considerarlas como interesantes oportunidades para superarse uno mismo. Los deportistas con un patrón elevado de “dureza” serían menos vulnerables a las lesiones.
4. El “sentido de coherencia” (Antonovsky, 1985). Este constructo hace referencia a la capacidad que tiene la persona para percibir el significado del mundo que le rodea, así como para advertir la correspondencia entre sus acciones y los efectos que éstas tienen sobre su entorno. El “sentido de coherencia” se encontraría “a medio camino” entre el control percibido y la respuesta de afrontamiento ante una situación de estrés, lo que resulta coherente con los resultados de algunos estudios en los que individuos con altos niveles de estrés que puntuaban alto en “sentido de coherencia”, experimentaban menos problemas de salud que los individuos con altos niveles de estrés y bajas puntuaciones en estas características psicológicas. Siguiendo esta línea argumental, los deportistas con altas puntuaciones en “sentido de coherencia” serían menos vulnerables a las lesiones.
5. La tendencia de “búsqueda de sensaciones”. Las personas que puntúan alto en este constructo serían aquellas que necesitan novedad y complejidad de sensaciones y experiencias para mantener un nivel óptimo de excitación. En estudios realizados con deportistas se ha observado que aquellos que mostraban altos niveles de estrés pero también altos niveles de “búsqueda de sensaciones”, experimentaban menor malestar psicológico que los deportistas con altos niveles de estrés y baja puntuación en “búsqueda de sensaciones” (Zuckerman *et al.*, 1964). Siguiendo esta línea argumental, se hipotetiza que deportistas con puntuaciones altas en “búsqueda de sensaciones” serían menos vulnerables a las lesiones.

Sin embargo, hasta el momento, la investigación no ha aportado datos consistentes a favor de la relación entre estos factores de personalidad y la ocurrencia de lesiones.

Considerando lo expuesto hasta el momento, en la investigación sobre personalidad y lesiones deportivas sería conveniente tener en cuenta las siguientes propuestas: 1) realizar estudios desde una perspectiva idiográfica, desde la que se considere el estudio de variables de personalidad más específicas, en particular de naturaleza cognitiva (Feltz, 1987); 2) realizar estudios desde un enfoque interaccionista, considerando de forma sistemática la influencia de las situaciones y de la personalidad sobre la conducta (Fisher, 1984); y 3) mejorar las estrategias de análisis de datos mediante la utilización de técnicas multivariantes que permitan una mejor comprensión de la interacción de las variables objeto de estudio.

## 2.2. Historial de estresores

El estrés resultante de los eventos significativos, tanto positivos como negativos, en la vida de una persona (por ejemplo, una mudanza a una nueva ciudad, contraer matrimonio, estudiar en una nueva escuela, la pérdida de un ser querido, el fracaso en una competición clave en la trayectoria deportiva, etc.), así como los inconvenientes diarios menores (tener un horario apretado, las altas expectativas de familiares, la conducta agresiva, poco tolerante o desentendida del entrenador, etc.), se encuentra asociado con un incremento del riesgo de lesiones (Coddington y Troxell, 1980; Cryan y Alles, 1983; Bramwell *et al.*, 1975; Holmes, 1970; Lysens *et al.*, 1986; May *et al.*, 1985).

En el caso de un deportista, una significativa fuente de estrés puede estar asociada a sus entrenamientos y competiciones. El exceso de actividad deportiva, tanto en términos cuantitativos (muchas horas de entrenamiento sin suficiente tiempo de descanso) como cualitativos (dificultad o ambigüedad en relación con determinadas tareas o ejercicios) puede contribuir al incremento de la respuesta de estrés, pudiendo derivar en agotamiento físico y/o psicológico y, de esta forma, incrementar su vulnerabilidad a lesionarse. En cuanto a las circunstancias específicas de la competición deportiva, la proximidad de ésta (Kerr y Minden, 1988), la trascendencia de la misma, el hecho de ser titular o suplente, etc., pueden igualmente contribuir al incremento de la respuesta de estrés del deportista y con ello aumentar la probabilidad de lesionarse.

En este sentido, deportistas proclives a las lesiones parecen ser aquellos que están sometidos a un considerable nivel de estrés en su vida pero en los que además juegan un papel importante otras variables “moderadoras” de esta relación entre estrés y lesiones, como un escaso o deficiente apoyo social de su entorno y un déficit de habilidades psicológicas para contrarrestar el estrés (Cohen, 1988; Garrity y Marx, 1985).

## 2.3. Recursos de afrontamiento (recursos de coping)

Los recursos de afrontamiento incluyen una amplia variedad de conductas y de apoyos sociales que ayudan a una persona a enfrentarse con los problemas, alegrías, disgustos y estresores de la vida. Los recursos pueden ser de carácter ambiental, como el apoyo social, o pueden ser recursos personales, como el control emocional, habilidades de solución de problemas, buenos patrones de sueño, hábitos adecuados de alimentación, etc. En términos generales, las investigaciones han mostrado menos problemas de salud con altos niveles de estrés en personas con altos recursos de afrontamiento en comparación con personas con bajos recursos de afrontamiento (Billings y Moos, 1981). Y en el contexto específico del deporte, varios estudios han encontrado una relación positiva entre la presencia de recursos de afrontamiento y menor vulnerabilidad a las lesiones (Williams, Tonymon y Wadsworth, 1986; Smith, Smool y Ptacek, 1990; Hanson *et al.*, 1992).

El apoyo social, como recurso específico de afrontamiento, se define por la presencia o ausencia relativa de recursos de apoyo psicológico provenientes de otras personas significativas. En este sentido, el apoyo social puede ser positivo para reducir la percepción de amenaza y amortiguar el impacto negativo de situaciones potencialmente estresantes y, de esta forma, reducir la vulnerabilidad del deportista a lesionarse. Sin embargo, en ausencia de estas situaciones estresantes, el apoyo social se ha encontrado asociado con un incremento en la frecuencia de lesiones (Petrie, 1993a). Como señala Thoits (1986), en estas circunstancias, un elevado apoyo social podría incrementar en exceso la percepción de seguridad y confianza, incrementando con ello la vulnerabilidad del deportista a lesionarse.

### 3. ESTRÉS PSICOSOCIAL Y VULNERABILIDAD ANTE LAS LESIONES

En el estudio de la influencia de las variables psicológicas tanto en la ocurrencia como en la recuperación de las lesiones deportivas, se han desarrollado diferentes modelos explicativos que pueden agruparse en estas dos categorías: modelos de estadios o etapas de ajuste emocional y modelos de evaluación cognitiva de adaptación (Brewer, 1994). Los primeros proponen que los deportistas que se lesionan o enferman pasan a través de una serie de estadios o etapas emocionales predecibles que incluyen negación, cólera, negociación, depresión y aceptación. Estos modelos de estadios han tenido un menor apoyo empírico, siendo los modelos de evaluación cognitiva los que se han mostrado más viables para la explicación del ajuste y adaptación a la lesión.

Entre los modelos de evaluación cognitiva, el propuesto por Anderson y Williams (1988) para comprender el papel de los factores psicológicos, y de manera específica la contribución del estrés, en las lesiones deportivas, es sin duda el que ha recibido una mayor atención (véase Figura 9.1). Este modelo toma como referencia la concepción del estrés propuesta por Lazarus y Folkman (1984), según la cual la aparición del estrés y otras reacciones emocionales están mediatizadas por el proceso de evaluación cognitiva que la persona realiza, primero sobre las consecuencias que la situación tiene para el mismo (evaluación primaria) y posteriormente, si el saldo de la valoración es de amenaza o desafío, la persona valora los recursos de que dispone para evitar o reducir las consecuencias negativas de la situación (evaluación secundaria). La evaluación secundaria se refiere a la capacidad de afrontamiento (*coping*), siendo éste un proceso psicológico que se pone en marcha cuando el entorno se manifiesta amenazante.

El carácter interaccionista de este modelo supone que ni las situaciones de práctica deportiva, ni las características psicológicas de los deportistas explican por sí solas la ocurrencia de las lesiones deportivas. Es precisamente la interacción entre ellas la que permite comprender en mejor medida la ocurrencia de una lesión. Por ejemplo, una situación deportiva potencialmente estresante (por ejemplo, un entrenamiento de alta exigencia técnica o una competición deportiva cuyo resultado es determinante para la participación futura en competiciones de mayor nivel) puede contribuir de diferente manera a que se produzca una lesión

en función del grado de amenaza (peligro o riesgo) que el deportista perciba (valoración cognitiva). Pero a su vez, la respuesta de estrés estará modulada por la interacción entre la amenaza percibida y por la percepción de competencia del deportista para manejar la situación deportiva. Sin embargo, el estrés no es la única variable psicológica implicada en las lesiones deportivas. Como puede observarse en la Figura 9.1, las características de personalidad del deportista, su propia historia de situaciones estresantes (en especial aquellas relacionadas con las lesiones anteriores) y los recursos de afrontamiento (tanto los relacionados con sus propias habilidades o patrones de conducta, como los referentes a recursos externos disponibles como el apoyo social), pueden afectar a la respuesta de estrés y, simultáneamente, a la probabilidad de ocurrencia de una lesión. De esta forma, a través de este modelo es posible proponer respuestas a interrogantes como los siguientes: ¿por qué en una misma situación o actividad deportiva unos deportistas se lesionan y otros no?, y ¿por qué un mismo deportista en situaciones o actividades deportivas similares alguna vez se lesiona?

En el escenario aplicado de la evaluación y de la intervención en el contexto específico de las lesiones deportivas, el modelo de Anderson y Williams sigue constituyendo hoy en día una referencia de primer orden por su utilidad para:

1. Realizar el “análisis funcional de la conducta” del deportista, en el cual se fundamenta el proceso de evaluación psicológica (Fernández-Ballesteros, 1994). En este sentido, a través de diferentes métodos de evaluación (como entrevista individual, instrumentos de autoinforme, observación directa, etc.) es posible identificar en el caso concreto de un deportista las variables antecedentes en relación con la lesión, las características de la respuesta de estrés y las psicológicas de carácter estable.
2. Plantear hipótesis de intervención dirigidas a la reducción de la probabilidad de una lesión relacionadas con: a) la información concreta obtenida en la evaluación del deportista en cada uno de los diferentes factores de riesgo (situaciones deportivas potencialmente estresantes, personalidad, historia de estresores, recursos de afrontamiento y respuesta de estrés); y b) las propuestas concretas de “intervención” que incluye este modelo (parte inferior de la Figura 9.1), dirigidas a la modificación del proceso de evaluación cognitiva o de los aspectos fisiológicos y atencionales.



Figura 9.1. Modelo de estrés y lesión deportiva (adaptado de Anderson y Williams, 1988).

### 3.1. Mecanismos de la relación estrés y lesiones

La influencia del estrés en la ocurrencia de una lesión puede deberse a uno o varios de los siguientes mecanismos de actuación:

- Como señalan Williams, Tonyman y Anderson (1991), niveles altos de estrés modifican la concentración del deportista reduciendo la atención periférica e incrementando la activación muscular (Andersen y Williams, 1988).
- Por otra parte, Reuter y Short (2005) argumentan sobre la base de sus investigaciones una relación positiva entre el miedo a lesionarse y la probabilidad de lesionarse, y una relación negativa entre el miedo a lesionarse y la confianza en evitar la lesión.
- Asimismo, estos dos autores plantean que los antecedentes previos de la lesión pueden afectar la percepción del riesgo de futuras lesiones. En este sentido, un deportista puede experimentar más miedo, un mayor riesgo y una menor confianza para evitar (o prevenir) una lesión.
- En esta misma línea Gimeno, Sarasa y Tolosa (2005) observaron en un estudio realizado con nadadores una relación significativa entre la falta de confianza del deportista tanto en sí mismo, de forma general, como en su propia ejecución técnica y la ocurrencia de lesiones. Resultados similares se observaron en el estu-

dio de Olmedilla (2005), en esta ocasión con jugadores de fútbol. En ambas investigaciones el instrumento utilizado para la evaluación de variables psicológicas fue el Cuestionario de variables psicológicas relacionadas con el rendimiento deportivo (CPRD) (Gimeno y Buceta, 2006).

- Buceta, en una excelente monografía sobre *Psicología y lesiones deportivas* (Buceta, 1996), argumenta que el estrés puede provocar en el deportista excesos de entrenamiento, comportamientos incontrolados agresivos y de riesgo físico, y comportamientos de escape o de evitación, aprendiendo que gracias a una lesión puede escapar o evitar estímulos estresantes no deseados.

## 4. ESTRATEGIAS PSICOLÓGICAS PARA LA PREVENCIÓN DE LESIONES

Los deportistas que desarrollan destrezas y habilidades psicológicas útiles para modificar en la dirección adecuada la influencia de los factores implicados en la ocurrencia de lesiones reducen la posibilidad de sufrir una lesión. El entrenamiento en habilidades psicológicas en sí mismo no es necesariamente eficaz en la prevención de lesiones deportivas si las

destrezas aprendidas por el deportista (por ejemplo, establecimiento de objetivos, estrategias de autorregulación física, ensayo conductual en imaginación...) no se utilizan con el objetivo de contrarrestar el efecto del estrés, las carencias en el afrontamiento de dificultades específicas como la falta de apoyo o de reconocimiento social, etc.

#### 4.1. Evaluación conductual

En el caso concreto de un deportista, el programa más adecuado de prevención de lesiones deberá basarse en un proceso inicial y continuado de evaluación. Siguiendo a Fernández-Ballesteros (1992), “la evaluación psicológica es el estudio científico del comportamiento” y como tal “debe llevarse a cabo mediante un procedimiento reglado, con fases establecidas coincidentes con las del método científico-positivo”. El “análisis funcional de la conducta” del deportista (véase Figura 9.2) debe permitir valorar en cada caso: 1) la conducta en las situaciones características del entrenamiento y de la competición, definiendo dicha conducta a través de las manifestaciones de carácter cognitivo, fisiológico y motor; 2) la incidencia de situaciones potencialmente estresantes y otras influencias ambientales significativas (características del entrenamiento y de la competición; equipación, material e instalaciones, etc.); 3) las consecuencias negativas o perjudiciales de la conducta, como por ejemplo de la respuesta de estrés; y 4) las características psicológicas del deportista de carácter más estable.

Para la evaluación del deportista con carácter preventivo a la ocurrencia de una lesión, puede uti-

lizarse la “entrevista” como método de obtención de información, así como otros métodos auxiliares como los “autorregistros”, diseñados específicamente para recoger información en los entrenamientos y en las competiciones. Otros métodos de evaluación de autoinforme de carácter más estructurado, como los “cuestionarios” y “escalas”, pueden ser también útiles. Estos instrumentos facilitan una evaluación específica en los diferentes apartados del “análisis funcional de la conducta”, como se muestra en la Figura 9.3. La evaluación mediante “cuestionarios” y “escalas” debe complementarse siempre que sea posible con la utilización de otros métodos de evaluación, fundamentalmente la “entrevista”. De esta forma será posible detectar y corregir algún posible error en la respuesta a los ítems y completar la información aportada por el deportista en cada caso para hacer una correcta y completa evaluación funcional, sin conformarnos únicamente con las puntuaciones numéricas. De esta forma, aunque cada uno de los instrumentos que aparecen en la Figura 9.3 aparecen vinculados específicamente con un apartado del “análisis funcional de la conducta”, el análisis pormenorizado de los ítems y la ampliación de la información en el marco de la entrevista permitirá que cualquiera de estos instrumentos tenga una aportación en el proceso de evaluación mucho más amplia.

La posible intervención para prevenir las lesiones deportivas, considerando el contenido y características de la evaluación conductual del deportista, deberá poder plantearse en consecuencia en las siguientes direcciones: 1) estrategias que permitan modificar en la dirección adecuada las manifestaciones cognitivas, fisiológicas y motoras de la conducta del depor-

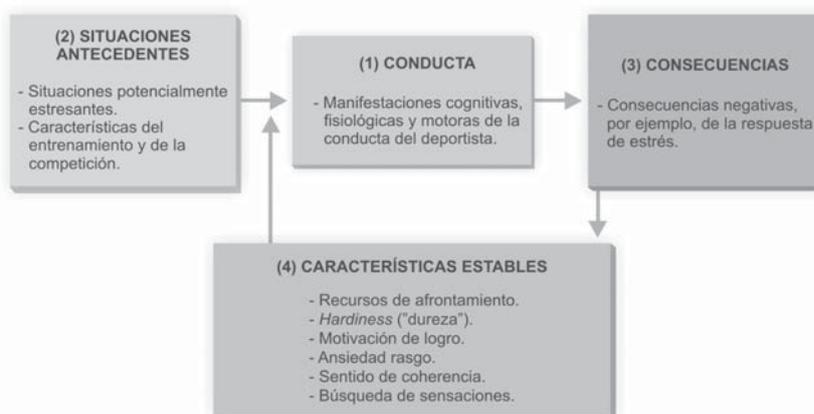
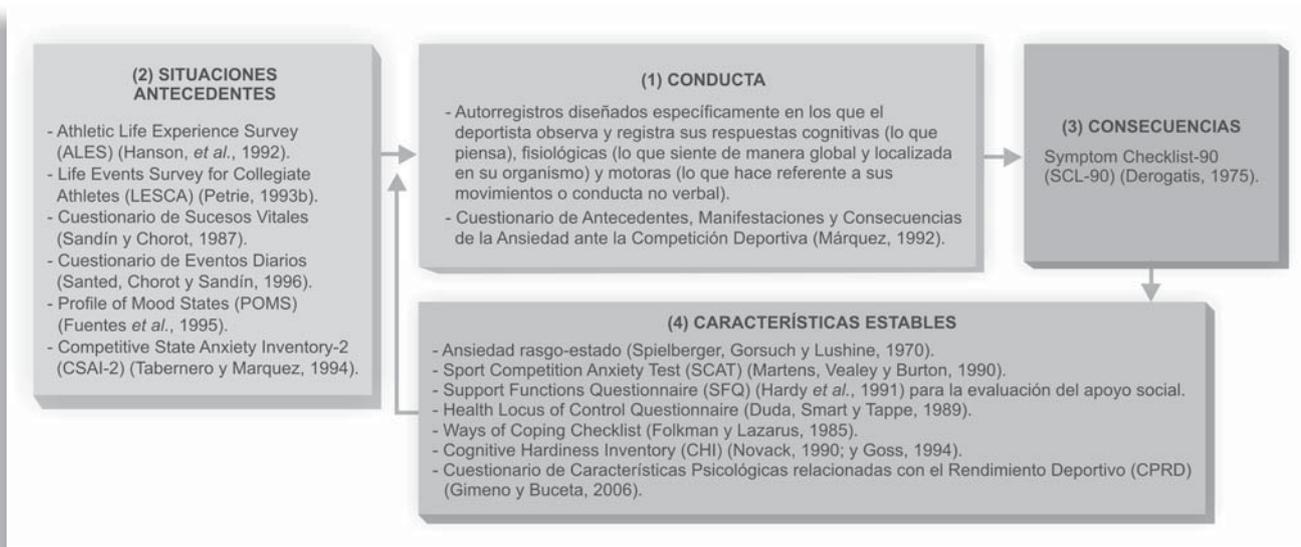


Figura 9.2. Análisis funcional de la conducta del deportista.



**Figura 9.3.** Métodos de evaluación de autoinforme y su relación con la estructura y contenido del “Análisis funcional de la conducta”.

tista (de forma análoga a la propuesta del modelo de Anderson y Williams, Figura 9.2), como por ejemplo la técnica de detención del pensamiento para interrumpir la actividad cognitiva disfuncional o técnicas de autorregulación muscular y de respiración para aliviar el exceso de activación fisiológica; 2) estrategias que permitan eliminar o aliviar en lo posible las situaciones potencialmente estresantes (conflictos familiares, problemas relacionados con la vivienda o el alojamiento, falta de amistades al cambiar de lugar de residencia, presión de los padres) y adecuar las demandas del entrenamiento y de la competición en cuanto a su novedad, esfuerzo y dificultad (por ejemplo, progresión adecuada en el trabajo técnico, periodos de descanso físico y mental que eviten el sobreentrenamiento, ajustar el grado de trascendencia de la competición); 3) estrategias que permitan al deportista controlar las consecuencias negativas de su conducta (habilidades de autoobservación y evaluación del rendimiento, autoinstrucciones para el control de conductas agresivas); y 4) estrategias que permitan modificar las características estables del deportista en la dirección adecuada (por ejemplo, reestructuración cognitiva con el objetivo de desarrollar un estilo de funcionamiento cognitivo más adecuado y flexible, entrenamiento en habilidades de afrontamiento como las autoinstrucciones, el control atencional, el establecimiento de objetivos).

Se describen a continuación una serie de estrategias psicológicas que, en general, pueden ser útiles no sólo en la prevención sino también en la recuperación y reincorporación a la actividad deportiva.

## 4.2. Reestructuración cognitiva

El proceso de “reestructuración cognitiva” o modificación de pensamientos disfuncionales (en ocasiones denominados también irracionales, disruptivos, derrotistas, o negativos) está basado en trabajos como los de Ellis (1962) y Beck (1964), que postulan que las emociones y conductas de las personas están influidas por su percepción de los acontecimientos presentes o pasados. No es una situación en y por sí misma la que determina lo que una persona siente, sino más bien la forma en que ella interpreta la situación. Partiendo de esta fundamentación, la “reestructuración cognitiva” persigue, en el caso de un deportista, enseñarle a modificar los pensamientos disfuncionales asociados, por ejemplo, al proceso de rehabilitación (“no avanzo nada”; “esto no tiene solución”; “nunca más podré ser como antes”) con el objetivo en este caso de favorecer su recuperación. En el contexto de la prevención de lesiones, la “reestructuración cognitiva” puede ser una técnica útil si se utiliza para la modificación de pensamientos disfuncionales que puedan propiciar en el deportista un alto estrés y/o conductas impulsivas o agresivas (“tengo que dar el 110%”; “no puedo fallar”; “nada me sale bien”).

## 4.3. Entrenamiento en autoinstrucciones

Mediante el “entrenamiento en autoinstrucciones” (Meichembaum y Goodman, 1971) se pretende sustituir los monólogos internos de carácter derrotista y negativo (“no soy capaz”, “no vale la pena seguir

intentándolo”, “siempre fracaso”) por autoinstrucciones positivas que guíen hacia la acción y el afrontamiento de una determinada situación (“vale la pena intentarlo”, “sabía que esto podía ocurrir”, “no me está resultado fácil, pero continuaré”, “la próxima vez saldrá mejor”). No se trata simplemente de sustituir o cambiar directamente estos monólogos internos, sino que las creencias, las actitudes, las expectativas que los sustentan deben ser coherentes con el contenido de los mismos. En este sentido, el “entrenamiento en autoinstrucciones” puede ser una técnica idónea para ser utilizada de forma combinada con otras técnicas psicológicas, como la “reestructuración cognitiva”; o para ayudar al deportista a aplicar otras técnicas psicológicas como el “entrenamiento en imaginación”, o las técnicas propias de la fisioterapia.

#### 4.4. Establecimiento de objetivos y gestión del tiempo

La técnica de “establecimiento de objetivos” es una técnica que se ha mostrado eficaz para la mejora del rendimiento (Weimberg y Gould, 1996) y para el control del estrés (Buceta, 1999). Por ello, en el contexto de la prevención de lesiones también se constituye en una técnica de gran utilidad, en particular al favorecer un adecuado manejo de la atención hacia los elementos y contenidos importantes de la ejecución, así como el desarrollo y la utilización de recursos de afrontamiento.

Un deportista puede aprender a utilizar esta técnica, no solamente en relación con su actividad deportiva, sino en otras actividades y contextos de su vida. En este sentido, durante el periodo en el que el deportista está lesionado debe aprender a vivir en esta nueva situación, consiguiendo que sea una etapa en la que no sólo maneje eficazmente el impacto emocional de la lesión y consiga una óptima adherencia a las tareas de la rehabilitación, sino que alcance además otros logros como unas relaciones interpersonales gratificantes con personas significativas para él (familia, amigos, compañeros del equipo o club, entrenador, etc.), aprender o mejorar habilidades personales que pueden resultarle de utilidad en la incorporación a la actividad deportiva, avanzar en cuestiones académicas en el caso de estar cursando algún tipo de estudios, etc. Para ello, el periodo de rehabilitación debe estar adecuadamente estructurado con objetivos realistas, planteados de forma progresiva y atrayente para el deportista. De la misma forma que en circunstancias normales el deportista tiene (o podría tener)

planificado su tiempo con tareas, actividades y objetivos relacionados con su deporte y con otras facetas de carácter personal, académico e incluso profesional, durante la lesión el deportista debe comprender que él puede asumir el reto de planificar su “entrenamiento” con una perspectiva diaria, semanal, mensual..., de forma análoga a los micro, meso y macrociclos característicos de una planificación deportiva.

Para conseguir este esquema de funcionamiento personal durante la lesión, las técnicas de “establecimiento de objetivos” y de “gestión del tiempo” resultan de un obvio interés y utilidad. Con las técnicas de “establecimiento de objetivos” se persigue que el deportista aprenda a establecer objetivos de realización y de resultado adecuadamente coordinados y vinculados entre sí en una perspectiva temporal a corto, medio y largo plazo. De esta forma, con ayuda de esta técnica el deportista puede aprender a realizar su propia planificación durante el periodo de la lesión.

Por otra parte, las técnicas de “gestión del tiempo” pueden aportar al deportista las estrategias necesarias para conseguir realizar en el día a día el programa previsto, como por ejemplo: establecer objetivos e identificar prioridades, diferenciar entre lo urgente y lo importante, reducir las interrupciones, mejorar la anticipación a imprevistos, mostrarse asertivo, por ejemplo, “diciendo no con confianza”, etc.

#### 4.5. Entrenamiento en habilidades sociales

El “entrenamiento en habilidades sociales” puede ser una excelente estrategia para la prevención de lesiones cuando se incluye en el plan general de preparación deportiva con el objetivo de mejorar la comunicación y las relaciones interpersonales del deportista, los compañeros del grupo o equipo, los miembros del equipo técnico, los responsables del club o equipo, y los padres y madres de deportistas jóvenes (Gimeno, 2003a y 2003b). En el caso concreto del deportista, la mejora de su competencia social en habilidades “asertivas” (Caballo, 1991) como la formulación y recepción de críticas, la expresión justificada de molestia, o enfado, la solicitud de un favor, etc., puede permitirle controlar más eficazmente los efectos negativos del estrés relacionados con las relaciones interpersonales en su deporte, y también favorecer la utilización de conductas de un alto valor preventivo en la ocurrencia de una lesión, como por ejemplo ser capaz de comunicar al entrenador un malestar significativo de naturaleza física o psicológica.

La comunicación de las personas vinculadas con el deportista y, en particular, de aquellas relacionadas directamente con la rehabilitación de su lesión (médico, fisioterapeuta, psicólogo, entrenador, preparador físico, etc.), es fundamental para ayudar al deportista lesionado a que exprese sus temores, dificultades, sensaciones, etc., pero también para saber transmitir la información adecuada sobre los objetivos y el trabajo a realizar durante la rehabilitación. Por esta razón, el “entrenamiento en habilidades sociales” puede ser una estrategia adecuada en el caso de cualquiera de estas personas cuando el objetivo es mejorar su competencia social y, con ello, la relación y el trabajo que cada uno lleva a cabo con el deportista.

De forma complementaria el “entrenamiento en habilidades sociales” puede ayudar al deportista a mejorar su comunicación con este grupo de profesionales, pero también con aquellas otras personas significativas de su entorno con las que pueda solicitar y recibir apoyo durante el periodo de su lesión.

#### 4.6. Modelado

El “modelado” es una técnica utilizada para el aprendizaje o eliminación de una conducta a través de la observación de un modelo que ejecuta (o no ejecuta) tal conducta. Esta técnica, basada en el aprendizaje vicario por imitación u observacional, tiene su referente conceptual principal en la *teoría del aprendizaje social* de Bandura (1977). A través del “modelado” pueden aprenderse conductas motoras (gestos, formas de actuar, movimientos técnicos), fisiológicas (aumentar o disminuir la activación) y cognitivas (opiniones, actitudes, creencias).

En el contexto de la prevención de lesiones, resultará de gran importancia utilizar con los deportistas modelos que constituyan “buenos ejemplos”. Por ejemplo, deportistas conocidos que muestran comportamientos y actitudes eficaces para la solución de problemas o dificultades, el manejo de la ansiedad previa a la competición, etc. Pero también resultarán de una gran utilidad aquellos modelos de deportistas que muestren comportamientos y actitudes inadecuados que les llevaron a lesionarse, en este caso con el objetivo de impedir o evitar actuar de tal forma.

De manera análoga, en el contexto de la rehabilitación de lesiones, será de una gran utilidad la utilización de modelos que muestren conductas clave facilitadoras del proceso de recuperación, como la comunicación con el médico o el psicólogo del estado emocional tras la lesión, la implicación en la utiliza-

ción adecuada del tiempo en tareas relacionadas con la rehabilitación y con otro tipo de actividades e intereses personales. Asimismo podrá ser muy valiosa la utilización de modelos que muestren conductas de rechazo, apatía o negación en los que el deportista lesionado pueda verse reflejado y, de esta manera, favorecer un cambio positivo de actitud.

En cualquier caso, es importante señalar que la simple exposición a un modelo no origina automáticamente un cambio de comportamiento. Es necesaria una labor que garantice los procesos psicológicos responsables del aprendizaje: atención, retención, ejecución y motivación (Bandura, 1978).

Finalmente, en la decisión de utilizar la técnica de “modelado” debe valorarse si es conveniente utilizarla como única estrategia o, como suele ser lo habitual, en combinación con otras técnicas como el “entrenamiento en autoinstrucciones”, técnicas operantes como el reforzamiento positivo, etc.

#### 4.7. Técnicas de autorregulación muscular

En este apartado se incluyen técnicas de relajación y de respiración que el deportista puede utilizar para ajustar su tensión muscular, generalmente con el objetivo de reducirla, de una forma general o localizada. Estas técnicas pueden ser útiles para: controlar algunas manifestaciones del estrés, especialmente aquellas de naturaleza fisiológica; facilitar el descanso en sesiones o periodos de recuperación, o durante la noche; reducir la activación de zonas localizadas del cuerpo, por ejemplo, aquellas afectadas por la lesión; o favorecer el entrenamiento en imaginación en aquellas circunstancias que proceda realizarlo con un nivel bajo de activación física.

Las técnicas de relajación que han tenido un mayor desarrollo y utilización en el ámbito del deporte son el *entrenamiento en relajación muscular progresiva* de Jacobson (1938) y el *entrenamiento autógeno* de Schultz (1959). El fundamento del *entrenamiento en relajación muscular progresiva* es la tensión y relajación sistemática de varios grupos de músculos, y la atención y discriminación de las sensaciones resultantes de la tensión y la relajación, de esta forma una persona puede eliminar, casi completamente, las contracciones musculares y experimentar una sensación de relajación profunda.

El *entrenamiento autógeno*, en el ciclo inferior, consta de una serie de ejercicios relacionados con el manejo de la atención interna dirigidos al control de funciones del sistema vegetativo. Las sensaciones

de calor y pesadez que pueden obtenerse a través de este primer ciclo pueden ser especialmente útiles para relajar y favorecer la recuperación de zonas lesionadas que cursen con dolor y/o esté contraindicado su movimiento o manipulación. En el ciclo superior se desarrolla un trabajo en imaginación desde el estado de relajación que posibilita a su vez la consecución de una relajación más profunda.

En el caso de ambas técnicas es interesante utilizar versiones abreviadas que favorecen el aprendizaje y la adherencia a las mismas, como por ejemplo, el *método de bajo coste inicial*, de Buceta y Bueno (Buceta *et al.*, 1989).

En cuanto a las técnicas de respiración, al igual que los anteriores métodos de relajación comentados, se han mostrado útiles en la reducción de la ansiedad, la tensión muscular y la fatiga. Las técnicas y ejercicios de respiración son numerosos pero todos ellos inciden sobre dos variables fundamentales: la amplitud o volumen de aire inspirado y el ritmo. Si el objetivo que se pretende con la relajación es disminuir la activación, se utilizarán técnicas o ejercicios que favorezcan una alta amplitud y un ritmo bajo o lento de la respiración. Si por el contrario, el objetivo que se pretende es aumentar la activación, se utilizarán técnicas o ejercicios que favorezcan una amplitud baja y un ritmo alto o rápido de la respiración.

Las técnicas de respiración son sencillas de aprender y también suele ser relativamente fácil su utilización. En el contexto específico de la prevención de lesiones, estas técnicas pueden ser muy útiles para en situaciones estresantes recuperar el control sobre el nivel de activación, por ejemplo en la competición, después de cometer un error.

#### 4.8. Entrenamiento en imaginación

El entrenamiento en imaginación, o “ensayo conductual en imaginación”, es una técnica que implica la utilización de todos los sentidos (la vista, el oído, el olfato, el gusto y el tacto) con el objetivo de recrear una experiencia mental.

Los deportistas pueden utilizar esta técnica con diferentes objetivos, como por ejemplo: práctica de habilidades deportivas, práctica de toma de decisiones relacionadas con la táctica individual o del equipo, facilitación del aprendizaje de habilidades deportivas, solución de problemas, práctica de habilidades psicológicas, evaluación del rendimiento en la competición, o control de respuestas fisiológicas. En todos estos casos, el entrenamiento en imaginación puede

contribuir a mejorar la competencia y la percepción del control del deportista, favoreciendo un funcionamiento psicológico más adecuado y, de esta forma, contribuyendo positivamente en la prevención de una posible lesión. En el contexto específico de la rehabilitación de lesiones, la experiencia mental del proceso fisiológico que debería producirse para conseguir una adecuada recuperación, así como del efecto beneficioso del tratamiento de fisioterapia, se ha encontrado asociada a un mejor pronóstico del proceso de rehabilitación (Ievleva y Orlick, 1991).

#### 4.9. Detención del pensamiento

La detención del pensamiento es una técnica que se ha mostrado útil para el control de los diálogos internos, especialmente cuando éstos tienen un carácter erróneo o destructor. Esta técnica se basa, en términos generales, en la utilización de una respuesta “de choque” para interrumpir o parar el pensamiento no deseado. Esta respuesta “de choque” puede ser una palabra como “¡basta!” o “¡stop!”, y/o una acción física como una palmada en la pierna, un chasquido de dedos, el golpe de una goma elástica sobre la muñeca, etc. Cada deportista elegirá aquella respuesta de “choque” que le resulte más natural y eficaz. La utilización de la respuesta de “choque” debe ir seguida de una respuesta complementaria que permita al deportista centrar su atención y llevar a cabo una acción adecuada en la situación en la que se encuentra (Cautela y Wisocki, 1977; Meyers y Schleser, 1980). En el contexto de la prevención de lesiones, esta técnica puede ser útil para facilitar el control de la ansiedad cognitiva en “situaciones de riesgo” debido a la complejidad o dificultad de la tarea a realizar, o contribuyendo a reducir la ansiedad generalizada que pudiera favorecer el agotamiento psicológico del deportista. En el contexto de la rehabilitación de lesiones, esta técnica puede ser útil para parar un diálogo interno negativo, derrotista o pesimista en relación con las expectativas de recuperación.

#### 4.10. Técnicas de control del dolor

Cuando la prescripción médica aconseja que el deportista sea capaz de incrementar la tolerancia al dolor, las técnicas utilizadas generalmente incluyen la utilización de estrategias cognitivo-conductuales como el “entrenamiento en imaginación” o el “entrenamiento en autoinstrucciones” como fuente de distracción o con el objetivo de retirar la atención de los

estímulos dolorosos (Williams y Roepke, 1993). Un modelo que permite organizar las diferentes estrategias mentales para controlar el dolor es la matriz propuesta por Heil (1993), que combina la atención y la distracción, por un lado, y el dolor y las tareas de rehabilitación, por otro, dando lugar a cuatro estilos o dimensiones atencionales (véase Tabla 9.2).

Sin embargo, cuando un deportista lesionado informa de un dolor muy intenso y/o con una excesiva duración, es importante evaluar el significado que este deportista asigna al dolor evitando la aplicación de técnicas como las mencionadas anteriormente “por sistema”. En estas circunstancias cabe destacar la posibilidad de identificar los siguientes posibles casos:

1. Cuando la conducta de dolor puede ser utilizada para obtener algún tipo de refuerzo como simpatía, atención o algún tipo de favor o ventaja especial. En estos casos, la utilización de técnicas operantes, como por ejemplo la “omisión”, pueden reducir las quejas de dolor propiciando que el deportista lesionado comience a utilizar un estilo de afrontamiento activo.
2. Cuando la percepción real o imaginada de una alta intensidad de dolor puede presentarse asociada a una respuesta de evitación acompañada de una alta ansiedad. En estos casos en los que se confirme una respuesta de miedo condicionado al dolor o de evitación interoceptiva (Gimeno y Ezquerro, en prensa; Sandín, 2005), la intervención dirigida para conseguir el proceso de contracondicionamiento deberá incluir técnicas de exposición al dolor con el apoyo de técnicas descritas anteriormente, como el “entrenamiento en autoinstrucciones”, “técnicas de autorregulación muscular” y el “entrenamiento en imaginación”.
3. Cuando el dolor cobra un mayor significado para el deportista, por ejemplo constituyendo

el único mecanismo mediante el que puede evitar regresar a la actividad deportiva cuando ésta es percibida como altamente aversiva. En estos casos será necesaria una evaluación detallada que explore los objetivos y expectativas del deportista a corto, medio y largo plazo, su estilo atribucional, especialmente el relacionado con los éxitos y fracasos deportivos, y su red de apoyo social.

## 5. INTERVENCIÓN PSICOLÓGICA POSTLESIONAL

La forma en que cada deportista lesionado lleva su proceso de rehabilitación puede ser muy diferente, desde los que se adaptan con facilidad a este suceso estresante hasta aquellos que se hunden con esta experiencia. En la óptima adaptación del deportista se ha observado a través de diferentes estudios (Wiese, Weiss y Yukelson, 1991), que resulta fundamental: la comunicación con el entrenador y, en concreto, un estilo positivo de comunicación; estrategias para el establecimiento de objetivos realistas; y técnicas para favorecer un estilo de pensamiento positivo. Por esta razón, en el apartado anterior se han explicado estas estrategias tanto desde su utilidad para la prevención de lesiones como para facilitar la rehabilitación.

Para comprender cuál es la mejor intervención psicológica con un deportista lesionado, de manera análoga al planteamiento que se ha hecho anteriormente en la prevención de lesiones, es fundamental la evaluación conductual del deportista y, en particular, comprender la lesión desde su propia perspectiva. Es decir, qué significado tiene la lesión para el deportista, así como el impacto que la lesión tiene en su vida. Las personas del equipo de rehabilitación (médico, entrenador, fisioterapeuta, psicólogo) deben manejar buenas habilidades de comunicación, en particular de “escucha activa”, y ser capaces de comu-

**Tabla 9.2.** Estrategias para el control del dolor en la Matriz de Dolor y Actividad de Heil (1993) (adaptado de Buceta, 1996).

	Atención al dolor	Distracción del dolor
Atención a las tareas de rehabilitación	Asociación del dolor a la ejecución y/o al resultado que se pretende conseguir en la tarea de la rehabilitación.	Atención externa o atención interna no relacionada con la sensación de dolor, focalizada en la ejecución de la tarea y/o en el resultado que se pretende conseguir en la tarea de la rehabilitación.
Distracción de las tareas de rehabilitación	Imaginación de los procesos que controlan el dolor. Transformación de la sensación de dolor.	Atención a imágenes agradables o neutras no relacionadas con la tarea de la rehabilitación. Actividad mental rítmica y monótona.

nicarse con el deportista lesionado “sin juzgarle” y con un estilo empático. En este ambiente de apoyo, el deportista tendrá más facilidad para expresar sus pensamientos y sentimientos relacionados con la lesión. Este aspecto resulta de una particular importancia si se tiene en cuenta que la experiencia emocional de los deportistas lesionados se caracteriza fundamentalmente por sentimientos de pérdida, descenso de la autoestima, frustración e ira (Tracey, 2003), con fluctuaciones en la evaluación de la lesión a lo largo del proceso de rehabilitación. El ayudar al deportista a que sea capaz de considerar la lesión como una oportunidad es clave para que pueda mostrar una actitud positiva y una buena adherencia al programa global de la rehabilitación.

En esta línea, uno de los objetivos principales de la intervención psicológica en la rehabilitación de una lesión es ayudar al deportista a aceptar la realidad de la lesión y a que exprese y experimente sus múltiples fluctuaciones emocionales hasta que sea capaz de progresar concentrando su energía en el proceso de recuperación (McDonald y Hardy, 1990). Ser capaz de mantener una perspectiva positiva y creer que podrá progresar hacia su recuperación y que podrá volver a practicar el deporte que le gusta, ha sido señalado como la característica psicológica principal en el proceso de recuperación de una lesión (Bianco, Malo y Orlick, 1999). Otras habilidades psicológicas facilitadoras del proceso de rehabilitación de una lesión son la comunicación interpersonal, el reforzamiento positivo, el mantenimiento de la vinculación con el equipo y el establecimiento realista de objetivos (Wiese *et al.*, 1991).

Como señalan Williams y Roepke (1993), es importante tener en cuenta que la propia actividad física regular juega un papel central en el sistema de bienestar psicológico del deportista, aportándole una vía importante para reducir la ansiedad y para experimentar sensaciones positivas de bienestar asociadas a la mejora del rendimiento. Por ello, cuando un deportista pierde este recurso, hay una necesidad de desarrollar métodos alternativos que le permitan manejarse con las emociones, pensamientos y sensaciones físicas.

La implementación de un programa de intervención con un deportista lesionado requiere la realización previa de una completa evaluación conductual. La información relativa al estado emocional es insuficiente para comprender adecuadamente el funcionamiento psicológico del deportista lesionado. El “análisis funcional de la conducta” requiere la identi-

ficación de las variables antecedentes asociadas (por ejemplo, una recaída, el éxito de un compañero que le sustituye en el equipo, la proximidad de la reincorporación a la práctica deportiva), las interpretaciones subjetivas de éstas y las expectativas, actitudes y creencias que determinan estas interpretaciones (Buceta *et al.*, 1995). A modo de ejemplo proponemos en la Figura 9.4 el siguiente episodio conductual elaborado al realizar la evaluación de un deportista lesionado con la estructura característica del “análisis funcional de la conducta”.

De esta forma, la intervención psicológica postlesional debe contemplar no sólo la información relativa a la respuesta emocional, sino información relativa al resto de apartados del “análisis funcional”. El programa de intervención estará compuesto por todas aquellas técnicas y estrategias que se consideren pueden tener una contribución positiva en la recuperación del deportista. Para identificarlas es preciso realizar un sistemático proceso de formulación de hipótesis. La formulación de hipótesis de intervención tendría entonces esta estructura: en relación con cada uno de los apartados del “análisis funcional”, *Si se aplica determinada técnica o estrategia de intervención, entonces* podría producirse un cambio o modificación en...:

- Reforzar la conducta de afrontamiento del deportista lesionado (“reestructuración cognitiva” para la modificación de los pensamientos disfuncionales de carácter absolutista o polarizado; técnicas de “relajación” y de “control del dolor” como apoyo para las tareas de la fisioterapia).
- Modular el impacto de determinadas variables antecedentes externas (posibilidad de realizar las tareas de rehabilitación acompañado por algún familiar, compañero o amigo tanto en casa como en otro lugar, como un gimnasio, parque, etc.) o internas (técnica de “establecimiento de objetivos” para estructurar la progresión en el proceso de rehabilitación; técnicas de “gestión del tiempo” para favorecer la adaptación en un entorno habitual modificado desarrollando nuevos intereses fuera y dentro del propio deporte).
- Alterar la relación coste/beneficio de las consecuencias de la conducta del deportista lesionado (mejorar el apoyo social mediante la intervención indirecta con la familia y amigos del deportista lesionado asesorándoles para reducir la presión que ejercen sobre él en relación con el proceso de recuperación, e incrementar el



**Figura 9.4.** Un ejemplo de episodio conductual de un deportista lesionado.

refuerzo sobre conductas clave de adherencia a la rehabilitación, así como sobre los logros que se vayan obteniendo sin caer en la sobreprotección del deportista; y en general, la implicación del entrenador y de los propios compañeros del deportista reforzando y dando importancia al conjunto de tareas de la rehabilitación).

- Favorecer la modificación de características personales de carácter estable (técnica de "reestructuración cognitiva" para favorecer una modificación de la interpretación que el deportista hace de su autoconcepto, propiciando una valoración más flexible y realista sobre su valía personal).

Realizando una completa evaluación conductual y, sobre la base de los resultados de esta evaluación, un proceso de formulación de hipótesis, es posible llegar a determinar las técnicas y actuaciones más adecuadas que deben integrar el programa de intervención psicológica en la etapa de rehabilitación. Como

se ha comentado anteriormente, las técnicas descritas en el apartado correspondiente a las estrategias para la prevención de lesiones podrán ser útiles también en esta etapa cuya aplicación, en este caso, estará determinada por los objetivos del programa de rehabilitación.

La intervención psicológica no debe finalizar con la reincorporación a la actividad deportiva, sino que es preciso llevar el seguimiento de la evolución del deportista en su vuelta a la actividad. En esta fase es importante prestar atención a la influencia de variables que pudieron estar en el origen de la lesión, el miedo a volver a lesionarse y a un posible planteamiento poco realista de la progresión deportiva.

En definitiva, la evaluación e intervención psicológicas deben estar incorporadas en los procesos de rehabilitación y de entrenamiento deportivo con la finalidad de favorecer los objetivos en cada caso a través del control de las variables clave del funcionamiento psicológico del deportista.

# El sobreentrenamiento desde una perspectiva psicológica

René González Boto y Sara Márquez Rosa

## OBJETIVOS

- Definir el concepto de sobreentrenamiento.
- Conocer los tipos, características e indicadores de sobreentrenamiento.
- Identificar los factores desencadenantes del sobreentrenamiento.
- Determinar los modelos explicativos del sobreentrenamiento.
- Conocer los métodos de prevención y tratamiento del sobreentrenamiento.

## 1. INTRODUCCIÓN

En el deporte de alto rendimiento el éxito deportivo suele concebirse en términos de victorias, marcas, récords y logros competitivos. Algunos autores sostienen que dicho enfoque se enmarca dentro de un contexto de creciente exigencia física y psicológica en cuanto a desarrollo, mantenimiento y disponibilidad de rendimientos deportivos elevados (Ballesteros, 2001; Pablos y Huertas, 2000; Berger y Minow, 1996, 1995), máxime si tenemos en cuenta que en la actualidad muchos deportistas deben rendir satisfactoriamente a lo largo de una temporada a través de pruebas clasificatorias, campeonatos nacionales, campeonatos continentales, mundiales, ligas nacionales, etc.

Todo ello va a suponer que los deportistas se vean inmersos en laboriosos procesos de entrenamiento que ponderan y hacen uso de numerosos recursos y sistemas que contribuyen a la obtención de rendimientos satisfactorios a lo largo de los distintos periodos de entrenamiento, donde la adaptación y la individualización se constituyen como dos de los principios fundamentales de su preparación (Lorenzo-Calvo, 2001; Matveiev, 2001; Andux y Padilla, 1999; Satori y Tchiene, 1988).

La relación óptima entre la administración de las cargas, la recuperación y la supercompensación den-

tro del proceso adaptativo individualizado que caracteriza el entrenamiento de los deportistas, ha sido motivo de interés y análisis por parte de numerosos expertos en entrenamiento deportivo (Ballesteros, 2001; Verkhoshansky y Viru, 1992; Manno, 1991; Berger y Minow, 1990; Grosser *et al.*, 1989; Hedegüs, 1981; Matveiev, 1977). Generalmente se asume que la obtención de rendimientos satisfactorios se relaciona con niveles óptimos no identificables con situaciones de carácter extremo tanto por defecto como por exceso en la dinámica de trabajo (Harre, 1987), ya que un entrenamiento extremadamente duro o muy débil puede llegar a ser negativo, tanto en la progresión del entrenamiento, como en el desempeño competitivo (Ballesteros, 2001; Navarro y Rivas, 2001). La dinámica del deporte actual precisamente tiende a “sobresolicitar” las posibilidades individuales de los deportistas, situándoles sobre un estrecho margen que separa lo que algunos autores definen como *estados de rendimiento óptimos* (Lorenzo-Calvo, 2001), de situaciones negativas relacionadas con trastornos físicos, psicológicos y sociales que pueden influir negativamente en la salud de los deportistas y en el abandono de la actividad deportiva.

Una de estas situaciones es el sobreentrenamiento. En ocasiones podemos encontrarnos con deportistas que tras un tiempo de entrenamiento aparentemente

normal comienzan a padecer una fatiga prematura y constante, no se recuperan bien entre sesiones, se cansan antes, anímicamente están alterados y su rendimiento no progresa e incluso desciende, a pesar de que lo esperable sería una progresión normal en su preparación según el plan de entrenamiento. Además generalmente estos deportistas no parecen estar lesionados, ni tampoco enfermos, y sin embargo esta situación persiste en el tiempo a pesar de permitirles periodos de descanso (Urhausen y Kindermann, 2002).

Ante la situación anteriormente descrita, parece existir una dicotomía epistemológica entre el conocimiento práctico y el conocimiento científico en muchos especialistas. En cierta conversación mantenida con un prestigioso médico cubano nos afirmó que la detección del sobreentrenamiento en sus deportistas había sido muy escasa y generalmente se producía cuando los entrenadores hacían caso omiso de los resultados en las pruebas biológicas que se estaban realizando y que indicaban una situación fisiológica alterada. En otra ocasión, un experto entrenador en el deporte de competición también nos comentaba, bajo el mismo enfoque que el anterior, que el sobreentrenamiento representaba una situación que no tenía cabida en el deporte. Lo que se producía realmente era una mala planificación deportiva a lo largo de los distintos periodos de entrenamiento. Sin embargo datos de algunos trabajos recogidos por Lehmann *et al.* (1997) señalan que el sobreentrenamiento afecta a un 60% de los corredores de larga distancia alguna vez en su vida, a un 21% de los nadadores del equipo australiano de natación, a un 33% de los jugadores del equipo nacional de baloncesto de la India y a más del 50% de los jugadores de fútbol semiprofesional. Por su parte Gould y Dieffenbach (2002), tras recoger los resultados sobre la incidencia del sobreentrenamiento en diversas especialidades deportivas en los Juegos Olímpicos de Atlanta, observaron que los deportistas participantes mostraron estar inmersos en procesos de sobreentrenamiento con porcentajes elevados en deportes como natación sincronizada (80%), hockey sobre hierba (74%), remo (55%) y ciclismo (50%).

## 2. DEFINICIONES Y ASPECTOS CONCEPTUALES

Algunas de las primeras definiciones más significativas sobre el concepto de sobreentrenamiento recogidas en la literatura se sitúan a finales de los

años 80 y en la década de los 90 del siglo pasado. En ellas el sobreentrenamiento se identificaba con una situación negativa para el rendimiento del deportista como consecuencia de alteraciones en el proceso de entrenamiento. Así, por ejemplo, Kuipers y Keizer (1988) lo definen como “un desequilibrio entre el entrenamiento y la recuperación”. Fry *et al.* (1991) entienden que el sobreentrenamiento es “el descenso de la capacidad de rendimiento a pesar de mantener o incrementar las cargas de entrenamiento, debido a un desequilibrio entre las demandas competitivas y la capacidad funcional del sujeto”. Para Lehmann *et al.* (1993) el sobreentrenamiento supone un “desequilibrio entre el entrenamiento y la recuperación, entre el ejercicio y la capacidad individual ante el ejercicio o entre el estrés y la tolerancia al estrés”.

Teniendo en cuenta los componentes de la carga, Kenttä y Hassmén (1998) sostienen que el sobreentrenamiento es “el resultado del aumento del volumen de trabajo por encima del equilibrio óptimo entre la mejora del rendimiento y las consecuencias negativas para alcanzar el éxito deportivo”. Estos autores también entienden el sobreentrenamiento como “un desequilibrio entre el entrenamiento y la recuperación”. Paralelamente a la anterior definición, unos años antes Hooper *et al.* (1995), y posteriormente Foster (1998), definen el sobreentrenamiento como una respuesta ante grandes volúmenes y/o intensidades de trabajo con inadecuados periodos de recuperación. Foster (1998) además realiza una aportación muy interesante al considerar que los altos volúmenes y/o intensidades de trabajo incidirán en el sujeto negativamente en mayor medida si paralelamente se acompañan de estresores relacionados con la vida cotidiana del deportista (trabajo, descanso alterado, viajes, etc.).

Definiciones más recientes amplían la concepción del término considerando de forma ecléctica aspectos propios y ajenos a la práctica deportiva que pueden relacionarse con el sobreentrenamiento. Por ejemplo Vogel (2001) lo define como un “desequilibrio entre los agentes estresores y los factores de recuperación”, al igual que Steinacker y Lehmann (2002), quienes lo asocian con “un estado duradero de bajo rendimiento debido a un desequilibrio producido entre los agentes estresores específicos y no específicos al ámbito deportivo y la recuperación”. Gould y Dieffenbach (2002) de forma similar identifican el sobreentrenamiento con “un síndrome que sucede cuando el deportista se somete a una sobrecarga excesiva, generalmente física, sin un adecuado descanso”.

Kellman (2003), en una línea similar a la de los anteriores autores y partiendo de la definición de Lehmann *et al.* (1993), define el sobreentrenamiento como un “desequilibrio entre el estrés y la recuperación” al producirse situaciones de alto estrés y poca regeneración.

Otra parte de la literatura sigue una perspectiva distinta en la definición del término al identificarlo con una parte específica del proceso de entrenamiento. Morgan *et al.* (1987), y posteriormente Raglin y Wilson (2000) y Henschen (2000), asumiendo el mismo planteamiento, definen el sobreentrenamiento como “la fase intencionada de entrenamiento con mayor intensidad dentro del proceso de mejora del rendimiento deportivo para alcanzar el pico máximo de forma”.

Basándonos en las definiciones aportadas, así como en otras fuentes documentales, hemos encontrado una serie de aspectos fundamentales que ayudan a comprender lo que supone el concepto de sobreentrenamiento, y que pasamos a resumir en cinco puntos:

- *Desequilibrio*: en la literatura especializada se acepta que el sobreentrenamiento acontece cuando existe un desequilibrio entre los agentes que favorecen el estrés y los agentes que favorecen la recuperación, de tal forma que los primeros adquieren mayor notoriedad e incidencia en el deportista respecto a los segundos (Kellmann, 2003; Gould y Dieffenbach, 2002; Steinacker y Lehmann, 2002; Foster, 1998; Hooper *et al.*, 1995; Lehmann *et al.*, 1993; Kuipers y Keizer, 1988).
- *Cronicidad*: partiendo del modelo original de *burnout* descrito en el ámbito científico por Freudenberg (1974), extendido por Maslach y Jackson (1981) universalmente, incorporado al ámbito deportivo principalmente por Feigley (1984) y Smith (1986) e introducido en España por Garcés (1993), se considera que la relación entre el desequilibrio producido en la reacción inicial de estrés y el *burnout* se establece a partir del carácter continuado y permanente de la percepción individual de fracaso en cuanto a los recursos individuales para superar las altas exigencias tanto situacionales como personales (Sandström *et al.*, 2005; Garcés y Cantón, 1995; Anshel, 1990). En contextos biomédicos desde los cuales se intentan explicar mecanismos relacionados con el sobreentrenamiento también se considera la variable temporal en

cuanto al carácter crónico de ciertos sucesos, como por ejemplo la inmunosupresión crónica acontecida según Smith (2003b) a partir de la manifestación en el tiempo del fenómeno conocido como “ventana abierta”, que explica la inmunosupresión producida durante situaciones de estrés agudo (Pedersen y Ullum, 1994). Asimismo, veremos también en el apartado reservado a los tipos de sobreentrenamiento cómo la variable temporal relacionada con el desequilibrio continuado entre los agentes de estrés y recuperación va a condicionar la aparición de uno u otro durante el proceso de entrenamiento.

- *Sobreentrenamiento como proceso o como resultado*: Hooper *et al.* (1995) sostienen que en la literatura se habla indistintamente de sobreentrenamiento como proceso o como resultado. Una parte lo identifica con un efecto negativo e inesperado del proceso de entrenamiento (Gould y Dieffenbach, 2002; Foster, 1998; Kenttä y Hassmén, 1998; Fry *et al.*, 1991), sin embargo otra parte vincula dicho fenómeno con una fase intencionada y programada dentro del proceso de entrenamiento con la que se trata de conseguir mayores efectos en el aumento del rendimiento (Henschen, 2000; Paluska y Schwenk, 2000; Raglin y Wilson, 2000).
- *Agentes que intervienen*: en el apartado reservado a la etiología del sobreentrenamiento veremos cómo los factores que van a desencadenar o a predisponer al deportista hacia el mismo se relacionan no sólo con aspectos físicos referidos al desequilibrio entre el estrés y la recuperación en entrenamientos y competiciones (la carga, los ejercicios, el entrenamiento...), sino también con agentes ajenos al contexto deportivo, así como con respecto a variables individuales.
- *Terminología*: en la mayor parte de los textos que abordan el sobreentrenamiento no existe una claridad terminológica evidente. Así, por ejemplo, podemos encontrar términos como *overtraining*, *overtraining syndrome*, *overtrained*, *overstrained*, *overused*, *overworked*, *overstressed*, *overreaching*, *stagnation*, *staleness*, *staleness syndrome*, *burnout*, *burnout syndrome*, *chronic fatigue syndrome* o *unexplained underperformance syndrome* (Robson, 2003; Budgett *et al.*, 2000). Según los textos, distin-

tos términos son utilizados para describir una misma manifestación del sobreentrenamiento, e incluso el mismo término puede aparecer reflejado para explicar manifestaciones diferentes del sobreentrenamiento.

### 3. TIPOS DE SOBREENENTAMAMIENTO

En la literatura (Kellmann, 2005; Smith, 2003a; Smith, 2003b; Kuipers, 1998 y 1996; Fry *et al.*, 1991) se describen básicamente dos tipos de sobreentrenamiento en relación a la evolución del proceso de entrenamiento (Figura 10.1):

- *Sobreentrenamiento a corto plazo*: el sobreentrenamiento a corto plazo generalmente es un estado inducido a través de un periodo de tiempo en el que se desarrollan intensas fases de trabajo (alrededor de dos semanas), con aplicaciones de carga concentradas, y con pocas unidades temporales de descanso. Es una primera fase del sobreentrenamiento, en la cual se produce una disminución del rendimiento asociado a una fatiga periférica, que hace que el sujeto no recupere las reservas energéticas utilizadas y sufra un descenso en sus resultados deportivos debido a que no acontece una completa recuperación. Tras periodos de descanso de una o dos semanas (Jeukendrup *et al.*,

1992) el sujeto puede restablecerse rápidamente y conseguir una extraordinaria supercompensación. Debido a ello, este tipo de sobreentrenamiento puede considerarse como “deseable” desde el punto de vista del entrenamiento en determinados sujetos y circunstancias.

En resumen podemos decir que el sobreentrenamiento a corto plazo es transitorio, menos pronunciado y recuperable a corto plazo.

- *Sobreentrenamiento a largo plazo*: si la situación de desequilibrio que dio origen al sobreentrenamiento a corto plazo se continúa durante más tiempo, el deportista accede a una situación de sobreentrenamiento a largo plazo. Según Meehan (2004), el riesgo de desarrollar un sobreentrenamiento a largo plazo se produce cuando el desequilibrio continúa durante tres semanas o más, sin embargo el límite temporal entre uno y otro no ha sido definido en la literatura. A partir de este momento el sujeto pasa de forma gradual y progresiva a un estado caracterizado por una serie de signos y síntomas mucho más complejos y pronunciados en distintos niveles. El sobreentrenamiento a largo plazo se asocia a una fatiga de tipo central, ya que se cree que el hipotálamo juega un papel importante al no ser capaz de afrontar la situación estresante global a la que se ve sometido el deportista. Muchos autores (Pichot *et al.*, 2002; Kuipers, 1998; Lehmann *et al.*, 1999) identi-

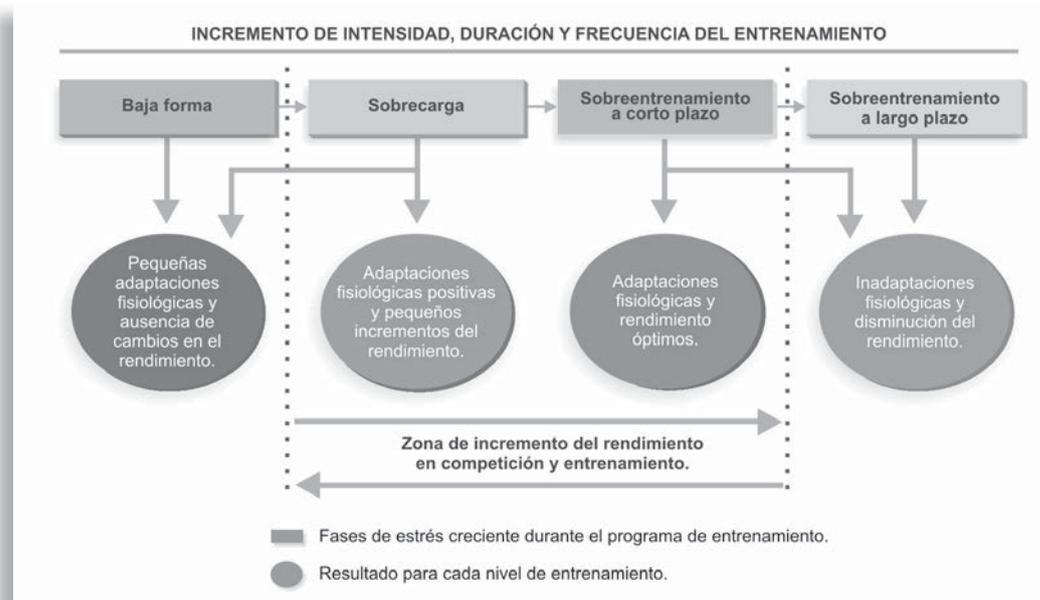


Figura 10.1. Proceso de entrenamiento y sobreentrenamiento (adaptado de Armstrong y VanHeest, 2002).

can el sobreentrenamiento a largo plazo con el *síndrome general de sobreentrenamiento*, también conocido recientemente como *síndrome del bajo rendimiento inexplicado* (Robson, 2003; Budgett *et al.*, 2000).

Podemos decir que el sobreentrenamiento a largo plazo es más profundo, más pronunciado y no recuperable a corto plazo.

#### 4. APORTACIONES DE LA PSICOLOGÍA DEL DEPORTE EN EL CONCEPTO DE SOBREENENTRENAMIENTO

---

Desde el enfoque de la Psicología del Deporte suelen utilizarse otros términos como *saturación* (Bonete y Suay, 2003) y *agotamiento* (Weinberg y Gould, 1996) para referirse respectivamente al sobreentrenamiento a corto y largo plazo.

La *saturación*, denominada como cansancio por algunos autores (Weinberg y Gould, 1996; Henschen, 1991), se relaciona con una serie de síntomas y trastornos conductuales como la fatiga física, la fatiga mental, el malhumor, la apatía o los trastornos del sueño, entre otros. Generalmente la saturación supone un estadio anterior al sobreentrenamiento a largo plazo, en el que se advierte ante la proximidad de un estado negativo más preocupante para el sujeto (el agotamiento), el cual le seguirá inmediatamente si es ignorado. Algunos autores consideran que los elementos psicológicos más sensibles al sobreentrenamiento a corto plazo son la fatiga y el vigor (O'Connor, 1998). Se identifica con los típicos “bajones” o “baches” en los que el deportista puede percibir su ejecución y su destreza en general de forma correcta, sin embargo obtiene resultados deficientes que le hacen entrar en un círculo vicioso manifestado a través de una sensación de desasosiego, de un sentimiento negativo hacia la ejecución o de una predisposición hacia la mediocridad que, además, le genera angustia. De no remediar esta situación, puede llegarse, como hemos dicho, al agotamiento (Henschen, 1991).

El *agotamiento* es el estadio siguiente en la evolución de la saturación, asociado al sobreentrenamiento a largo plazo y con implicaciones negativas más acusadas para el deportista como respuesta ante el estrés excesivo, que le hacen entrar en una especie de *vaciamiento físico y emocional* (Garcés y Cantón, 1995). Probablemente la depresión es considerada

como el aspecto psicológico más característico del sobreentrenamiento a largo plazo (O'Connor, 1998), sin embargo también es importante la influencia negativa que tiene sobre la motivación, ya que el agotamiento supone una retirada psicológica, emocional y en ocasiones hasta física (abandono de la práctica) de la modalidad deportiva desarrollada (Smith, 1986). La caracterización del agotamiento según Weingerg y Gould (1996) y otros autores (Garcés, 2004; Garcés y Jara, 2002), asumiendo el modelo de *burnout* de Maslach y Jackson (1981), se expresa a través de una *extenuación física y emocional* en la que el sujeto percibe que no puede dar más de sí, pierde la motivación, la energía y la confianza; en *inestabilidad personal* reflejada en respuestas negativas hacia los demás, como sentimientos y actitudes de frialdad, cinismo, distanciamiento o pensamientos negativos; y sensaciones de *baja realización personal*, en donde el sujeto no se percibe competente, juzga negativamente su nivel de habilidad, demuestra baja autoestima, sensación de fracaso, depresión y aumento de los niveles de ansiedad.

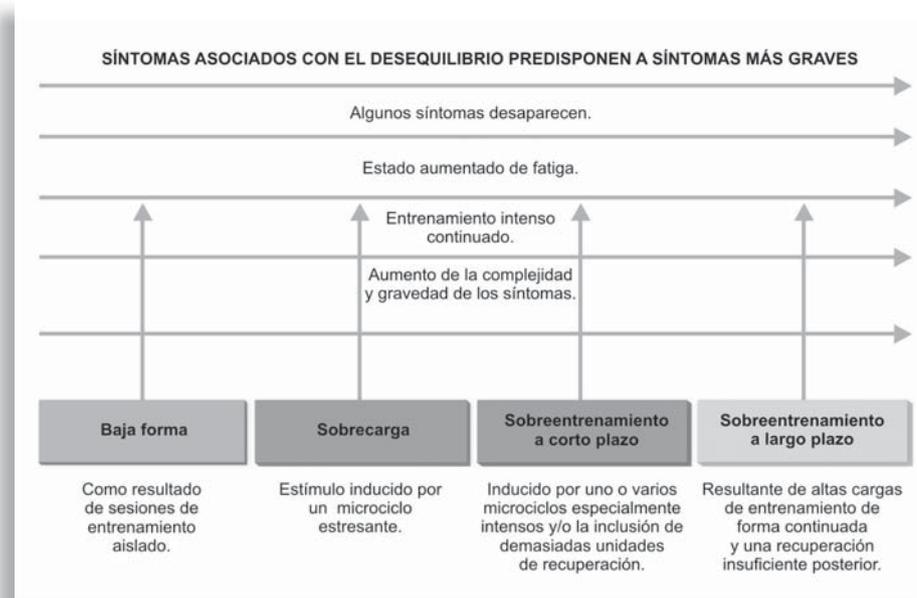
El aumento de la fatiga, el estancamiento o disminución del rendimiento y la imposibilidad de supercompensación son los tres indicadores más inequívocos durante estados de sobreentrenamiento. Además de los trastornos anteriormente expuestos podemos encontrar otros indicadores que pueden evolucionar en un sentido, desaparecer e incluso invertirse en función de la afectación, como por ejemplo alteraciones en la frecuencia cardiaca, alteración del peso corporal, alteración del apetito, vulnerabilidad ante lesiones e infecciones, cambios hormonales, trastornos del sueño, inestabilidad emocional, etc. (Kuipers, 1998; Kuipers y Keizer, 1988; Fry *et al.*, 1991; Lehmann *et al.*, 1993; Kareszty, 1971), aunque la tendencia general suele ser hacia el agravamiento y complicación (Figura 10.2).

En las Tablas 10.1 y 10.2 se recogen algunas de las posibles características psicológicas del sobreentrenamiento en función de su tipología:

#### 5. ETIOLOGÍA DEL SOBREENENTRENAMIENTO

---

Tradicionalmente se ha considerado que el sobreentrenamiento acontece debido a causas internas a la práctica deportiva relacionadas con la dinámica de administración de cargas y recuperaciones en cuanto a una prolongación en el tiempo de una situación de



**Figura 10.2.** Instauración de los indicadores de sobreentrenamiento con el tiempo (adaptado de Fry *et al.*, 1991).

infrarecuperación por el aumento del volumen y/o la intensidad de trabajo (Achten y Jeukendrup, 2003; Kellmann, 2002; Hooper *et al.*, 1995; Kuipers, y Keizer, 1988; Morgan *et al.*, 1987). También se acepta que el sobreentrenamiento puede presentarse, o verse al menos favorecido, por agentes estresores externos al propio sistema deportivo. Ejemplo de ellos tenemos: una alimentación inadecuada, condiciones ambientales, época del año, poco tiempo o alteración del descanso o del sueño, infecciones, viajes (efecto *jet lag*, altitud), medicación, consumo de tabaco, alcohol u otras sustancias, excesivo estrés emocional, ciertos niveles de ansiedad, etc.; determinados factores sociales y educacionales vinculados con el deporte practicado, como los conflictos entre compañeros y/o entrenadores, miedo ante la competición, historia deportiva, etc.; o situaciones sociales y educacionales negativas ajenas al propio deporte, como los problemas relacionados con el trabajo, con la situación académica individual, con la familia o con las relaciones sociales. (Meehan, 2004; Achten y Jeukendrup, 2003; Uusitalo, 2001; Suay *et al.*, 1998; Lehmann *et al.*, 1997). Otros autores como Buceta (1998), Garcés y Cantón (1995), y Hollander y Mayers (1995), resaltan las altas demandas competitivas, la monotonía en el entrenamiento, el estilo de crítica del entrenador centrado en el error, los sentimientos de estar parado, la inadaptación entre las expectativas originales del deportista hacia el deporte y lo que realmente percibe, ausencia de apoyo por parte de su

entorno social, la falta de motivación intrínseca hacia la actividad, la represión de las tensiones y conflictos generados, excesiva responsabilidad en los objetivos y/o funciones del equipo o los múltiples compromisos extradeportivos.

**Tabla 10.1.** Características psicológicas (1) (adaptado de Henschen, 1991).

Sobreentrenamiento a corto plazo (saturación)	
Trastornos del sueño.	Pérdida de la autoconfianza.
Apatía.	Irrascibilidad.
Desequilibrio emocional.	Desequilibrio motivacional.
Excesiva fatiga prolongada.	Irritabilidad.
Pérdida de apetito.	Pérdida de vigor.
Depresión.	Ansiedad.
Agresividad/hostilidad.	Confusión.

**Tabla 10.2.** Características psicológicas (2) (adaptado de Suay *et al.*, 1997; Garcés y Cantón, 1995 y Fry *et al.*, 1991).

Sobreentrenamiento a largo plazo (agotamiento)	
Indiferencia ante el juego.	Falta de esmero.
Trastornos del sueño.	Inestabilidad personal.
Modificaciones en el estado de ánimo.	Dolores de cabeza.
Abuso de sustancias (drogas y alcohol).	Incremento de la percepción de esfuerzo.
Problemas digestivos.	Problemas de sociabilidad.
Apatía.	Falta de concentración.
Sentimientos de culpa.	Disminución del rendimiento.

Determinadas características de personalidad pueden predisponer al individuo, en mayor o menor medida, hacia el agotamiento, como por ejemplo, la baja resistencia ante la frustración que caracteriza la personalidad tipo A (Garcés y Cantón, 1995). Shank, por su parte, en 1983 identificó tres características de la personalidad que hacen del deportista una persona vulnerable ante el agotamiento. La primera de ellas es el *perfeccionismo*. Los perfeccionistas corren el riesgo de fijarse metas demasiado elevadas para ser alcanzadas o son personas que necesitan en todo momento llevar el control de las situaciones y emplean más tiempo y esfuerzo del necesario. La segunda de ellas tiene que ver con la *orientación hacia los demás*. Estas personas siempre están pendientes de otra gente, sienten la necesidad de gustar y ser admirados, de ayudar aunque no se les pida, de ser más generosos con los demás que consigo mismo, manifiestan un patrón motivacional extrínseco sustentado en recompensas de tipo social o interpersonal y no aceptan, por lo general, cualquier tipo de crítica. Por último tendríamos la *carencia de destrezas interpersonales asertivas*. Los individuos con estos rasgos suelen reprimirse en la manifestación de sus sentimientos negativos, tienen gran dificultad para oponerse a una situación que les afecte y experimentan grandes sensaciones de culpa.

## 6. HIPÓTESIS EXPLICATIVAS DEL SOBREENTRENAMIENTO EN EL DEPORTE: PERSPECTIVA PSICOLÓGICA

Se han elaborado numerosas teorías que intentan explicar el proceso de sobreentrenamiento en el ámbito deportivo. Muchas de ellas se fundamentan en aspectos fisiológicos y bioquímicos. Otras se estructuran a partir de las repercusiones en el ámbito psicológico y social. Como ejemplos representativos vamos a describir, desde el punto de vista de la Psicología del Deporte, una serie de modelos que de forma aislada y/o conjunta ayudarán, probablemente, a explicar un fenómeno complejo abordado por muchos expertos desde diferentes ámbitos.

### 6.1. Hipótesis relacionada con el *burnout*

El *burnout* es un concepto que se utiliza actualmente en el ámbito de la Psicología del Deporte para

describir una serie de trastornos causados por el estrés en el deportista, identificado por algunos autores (Garcés y Jara, 2002; Garcés y Cantón, 1995) con el agotamiento. El modelo de *burnout* es probablemente el que mayor aceptación ha tenido a la hora de dar respuesta a los fenómenos acontecidos entre las distintas variables que pueden contribuir al padecimiento del sobreentrenamiento. Numerosos autores han abordado el fenómeno del agotamiento desde distintos enfoques. A continuación vamos a continuar profundizando en la teoría del *burnout* con el análisis de algunos de los modelos más significativos.

#### 6.1.1. Modelo de Smith (1986)

El modelo de *burnout* de Smith (1986) se conoce como *modelo cognitivo-afectivo*, en el cual se representan las relaciones entre los factores situacionales, la evaluación de la situación por el individuo, las respuestas fisiológicas y manifestaciones conductuales, así como las variables motivacionales y de personalidad que mediarán en la manifestación de los componentes señalados anteriormente (Figura 10.3).

El autor se basa a su vez en el modelo de *burnout* de Cherniss (1980) desarrollado en el ámbito laboral, en el que se postula que los elementos del contexto en el que el sujeto lleva a cabo su trabajo (cantidad de trabajo, autonomía, estímulos positivos, etc.), junto con los factores personales (sexo, edad, objetivos, predisposición, etc.), van a interactuar generando fuentes de estrés que conducen a un cambio en sus actitudes y al desarrollo del *burnout*. El modelo de Cherniss (1980), en definitiva, considera variables situacionales, demográficas y personales responsables del desarrollo del *burnout*.

Smith (1986), en el contexto deportivo, sostiene que el *burnout* es el resultado de un proceso en el que el sujeto se somete a una serie de elementos potencialmente negativos generadores de estrés, los cuales son percibidos como insuperables, causando malestar y manifestándose a través de síntomas fisiológicos y conductuales que delatan una situación de agotamiento.

El *componente situacional* hace referencia a la interacción entre las demandas situacionales y los recursos personales y ambientales para afrontar una situación. El estrés, según este modelo, sería el resultado del desequilibrio entre demandas y recursos. Cuando los recursos no son lo suficientemente adecuados como para cubrir las demandas presentadas se desencadenaría una reacción de estrés. Sin embargo

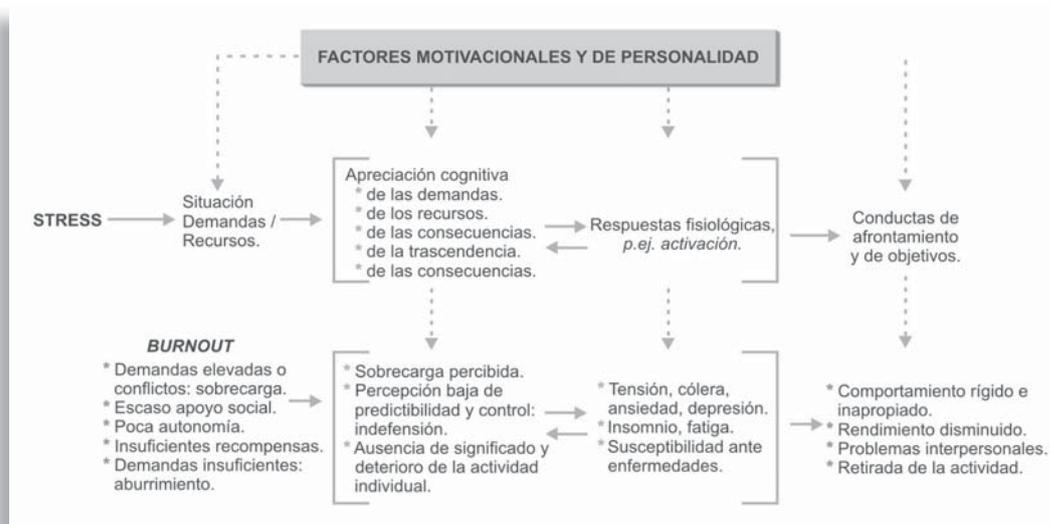


Figura 10.3. Modelo cognitivo-afectivo (adaptado de Smith, 1986).

el estrés puede ser el resultado también de situaciones en las que los recursos son muy superiores a las demandas, o cuando el sujeto no tiene la posibilidad de emplearlos. Circunstancias de estancamiento o aburrimiento suelen propiciar este tipo de estados. Las altas demandas de tiempo y energía, el aburrimiento, problemas con el entrenador, escaso apoyo social, altas exigencias competitivas o insuficientes recursos técnicos, tácticos o condicionales en el deporte podrían representar factores desencadenantes.

El siguiente componente hace referencia a la *evaluación cognitiva* de la situación, es decir, cómo el sujeto percibe la relación entre los factores estresantes y los recursos individuales. El proceso cognitivo es individual, por tanto, lo que para un deportista puede representar una situación negativa, para otro, la misma situación puede suponer un estímulo en su conducta. El modelo contempla una evaluación cognitiva (apreciación) de las demandas, de los recursos disponibles para superarlas, de la naturaleza de las consecuencias, de la probabilidad para que se produzcan y de la importancia de dichas consecuencias para el individuo. Cuando en un sujeto inciden factores potencialmente estresantes y a su vez los valora negativamente, como amenazadores, insuperables o perjudiciales, la situación podrá percibirse, según el modelo, como una sobrecarga, como una situación insegura y sin demasiado control, en la que se producen logros poco significativos o como una situación carente de significado y desvalorizada.

Una vez que el sujeto ha percibido de forma negativa una situación durante un periodo de tiempo relativamente largo, se inician una serie de *repuestas*

*fisiológicas* no deseables que producen un aumento de tensión, cólera, ansiedad, depresión, insomnio, irritabilidad, fatiga, susceptibilidad a enfermar, etc.

Como resultado final de todo el proceso que conduce al agotamiento se pondrían de manifiesto *elementos conductuales* para intentar afrontar la situación, como descenso en el nivel de eficacia, dificultad para generar relaciones interpersonales positivas y adecuadas, conductas rígidas, dificultad para experimentar emociones positivas, trastornos del sueño y retirada de la actividad como válvula de escape ante la situación estresante. Los comportamientos manifestados, a su vez, se verán afectados por las demandas, la evaluación cognitiva y las respuestas fisiológicas experimentadas.

En cuanto a la relación entre el *burnout* y el abandono deportivo, Smith (1986) intentó diferenciar la retirada del deporte por incidencia del *burnout* respecto a la retirada por otras causas que emanan de la relación entre los costes, las recompensas y los umbrales comparativos según el modelo de *intercambio social* de Thibaut y Kelly (1959). Este modelo postula que los comportamientos humanos se basan en los deseos por maximizar las experiencias positivas y minimizar las negativas. De acuerdo con esta idea, las personas se implicarían en relaciones interpersonales y en actividades durante mucho tiempo cuando éstas fuesen suficientemente favorables. El resultado en una actividad, para que sea favorable o no, va a venir determinado por el balance entre los costes y los beneficios. Sin embargo, la retirada o la continuidad en dicha actividad no dependerán únicamente de resultados satisfactorios, sino de la relación entre el

umbral comparativo base en la actividad y el umbral comparativo de las alternativas. El primero de ellos hace referencia al punto intermedio en una escala de satisfacción de “buenos” y “malos” resultados. Si se sitúan por encima del umbral los resultados son satisfactorios, mientras que si se sitúan por debajo son insatisfactorios. La relación entre los resultados y el umbral comparativo base determinará el nivel de satisfacción de un individuo. Sin embargo, la continuidad en la actividad no depende sólo de este umbral, sino también del umbral comparativo de las alternativas, que sería el nivel mínimo de resultados satisfactorios que el sujeto acepta en otras actividades tras ponderar éstas y los resultados en su actividad. Así, Smith (1986) postula que un sujeto, cuando obtiene resultados en su deporte por debajo del umbral comparativo y se prolongan en el tiempo, se presenta una situación de cansancio pudiendo abandonar la actividad. Sin embargo, puede darse el caso en el que el sujeto obtenga resultados satisfactorios en su deporte (por encima del umbral comparativo base), no implicando un estado de cansancio, asimismo puede abandonar su deporte si los resultados se sitúan por debajo del umbral comparativo de las alternativas, es decir, si éstas son más satisfactorias.

### 6.1.2. Modelo de Schmidt y Stein (1991)

Este modelo se conoce como *modelo del compromiso deportivo*. Se fundamenta en el equilibrio entre factores positivos y factores no positivos que actúan a lo largo del tiempo sobre el deportista, los cuales determinarán la adherencia al deporte practicado. El enfoque de Schmidt y Stein (1991) se asienta sobre el modelo de amor y compromiso en las relaciones interpersonales primarias propuesto por Kelley (1983). Según esta autora, para que se produzca un compromiso en las relaciones sociales primarias no es necesario únicamente que exista amor entre los cónyuges, padres, hijos, amigos, etc., sino que amplía el concepto y considera que es necesaria la presencia, en términos generales, de *elementos estables*. Los elementos estables son aspectos que aseguran el compromiso, pudiendo ser positivos (amor sincero y duradero) o no positivos (juicios morales contrarios al divorcio, no tener otras alternativas, tiempo y dinero empleado en la relación, etc.). Cuando una relación es duradera, según el modelo de Kelly (1983), se debe a que hay algún tipo de compromiso en el que están presentes elementos estables. Éstos pueden ser elementos estables positivos (amor), elementos estables

no positivos sin que exista alguno positivo (convivencia forzada por no tener recursos para la separación o el divorcio) o elementos estables positivos y no positivos conjuntos (convivencia sin amor con el fin de favorecer el crecimiento y desarrollo de los hijos).

En el contexto deportivo el tipo de compromiso que el sujeto adquiere con el entorno en el que se desenvuelve va a determinar la continuidad en la actividad, el cansancio o el agotamiento en su deporte. El compromiso deportivo va a depender de cinco factores estables positivos y negativos relacionados con dicha actividad: recompensas, costes, satisfacción, alternativas e inversión. Según el modelo del compromiso deportivo, estos componentes se describen del siguiente modo:

- *Recompensas*: consecuencias tangibles y positivas tras haber alcanzado los objetivos propuestos (dinero, fama, sentimiento de competencia, buenos resultados, etc.).
- *Costes*: experiencias negativas derivadas de la práctica deportiva (tiempo y esfuerzo empleado, sentimientos de desaprobación por los demás, incapacidad para establecer nuevas relaciones o implicarse en nuevas actividades, etc.)
- *Satisfacción*: sentimientos positivos de goce, disfrute, felicidad, etc., derivados de la práctica deportiva.
- *Alternativas*: situaciones que se le presentan al sujeto ajenas a su deporte, y que pueden ser igualmente o más atractivas (otro trabajo, otro deporte, nuevas relaciones sociales, tiempo empleado con las personas de su entorno, etc.).
- *Inversión*: todo aquello que el sujeto deriva y orienta hacia la práctica deportiva (tiempo, dinero, medios, relaciones, etc.). Inicialmente implica un coste que al final se verá convertido, o no, en una serie de beneficios.

Si un sujeto durante mucho tiempo obtiene grandes recompensas en su deporte, los costes que le suponen dedicarse a su actividad son bajos, el nivel de satisfacción es alto, las alternativas ajenas al deporte son escasas y las inversiones son cada vez mayores, el compromiso basado en el *disfrute de la actividad* se verá asegurado.

Por otro lado, si el deportista percibe que los costes que le suponen desarrollar su actividad son elevados, las recompensas son bajas, las alternativas que se le presentan en su vida son limitadas o inexistentes y la inversión que tiene que realizar es grande, el deportista se convierte en una persona muy vulnerable al *burnout*. En esta situación, el deportista continúa su

compromiso con el deporte, sin embargo no es capaz de obtener beneficios positivos y probablemente no pueda abandonarlo al haber empleado demasiados recursos personales, temporales, económicos, etc, o simplemente porque no tiene ninguna otra alternativa. Estas personas se ven obligadas a continuar una actividad que no les reporta las suficientes recompensas ni les satisface y en la que además tienen que emplear demasiado de sí mismos, por lo que el mantenimiento de esta situación conducirá al *burnout*.

Finalmente este modelo considera un tercer supuesto en el que se ven disminuidas las recompensas, los costes se ven incrementados, la satisfacción decrece, al igual que la inversión, sin embargo se presentan mejores alternativas que su deporte. En este caso estaríamos hablando de una situación de *dropout*, en donde el sujeto podría abandonar el deporte debido a la presencia de alternativas más atractivas y más satisfactorias.

En definitiva podemos decir que un compromiso deportivo satisfactorio se produce cuando los beneficios que se obtienen de una actividad superan los costes empleados en ella. Si, de forma inversa, los costes son mayores que los beneficios, el sujeto irá poco a poco disminuyendo el grado de dependencia con su deporte y tenderá hacia el abandono de la actividad. En este momento el sujeto se encuentra en una situación de *dropout*, y con mucha probabilidad, romperá el compromiso con el deporte definitivamente si dispone de mejores alternativas externas. Sin embargo, si estas alternativas no se le presentan, su compromiso se verá continuado insatisfactoriamente y podrá llegar a una situación de *burnout*, mucho más negativa y perjudicial para él.

### 6.1.3. Modelo de Coakley (1992)

El modelo de *burnout* de Coakley (1992), o *modelo social*, es un modelo alternativo que se aleja de las teorías más ortodoxas explicativas del *burnout* en el deporte, si bien no las ignora totalmente. El problema, según el autor, se antepone mucho antes que al problema de la influencia del estrés, al de las habilidades de afrontamiento, de las demandas y consecuencias del deporte o al de los recursos psicológicos del deportista.

Según Coakley (1992), la aparición del *burnout* es atribuible a elementos de tipo social que emanan de la organización del deporte de rendimiento y de los efectos que produce sobre la identidad y la autonomía de los deportistas. El autor postula que la estructura del

deporte competitivo (requerimientos temporales, exigencia competitiva, materiales empleados, conductas deportivas, etc.) no permite desarrollar una identidad propia normal y multidimensional en los deportistas. Se les “obliga” a forjar una identidad focalizada hacia la consecución del éxito competitivo, impidiéndoles participar de cualquier otra opción en la forma de entender su deporte e incluso de establecer otro tipo de relaciones con las personas y actividades de su entorno extradeportivo (e incluso deportivo), que le alejen de la situación de sometimiento en la que se encuentran.

La identidad única de los deportistas a la que se refiere el autor, se ve favorecida a su vez por la ausencia de un control individual sobre sus propias vidas, ya que, generalmente, los padres y/o entrenadores les dictan qué es lo que tienen o no tienen que hacer en cada momento. Incluso cuando los propios deportistas resuelven tomar decisiones propias sobre determinados roles, funciones o identidades, las personas que ejercen influencia sobre ellos no les consideran como se merecen, les privan de tener oportunidades para tomar nuevas decisiones y les exigen modificar sus propias perspectivas por las que ellos ofrecen.

Si los sujetos se someten al control externo, su conducta y su estatus de “deportista” se verán positivamente reforzados por la estructura social, y su situación perpetuada en el tiempo. La identidad única de forjarse como “máquinas de rendimiento”, en principio es atrayente para el individuo, se siente el centro de atención, valorado, considerado, etc., pero paralelamente cada vez se le exige más de sí, sus niveles de rendimiento son constantemente evaluados por él mismo y por otras personas, y además percibe que su entorno más próximo (padres y/o entrenadores) realizan grandes esfuerzos para su desarrollo deportivo. Por ello sabe que fallar o desviar su atención sobre otros aspectos ajenos, no correspondiendo ante las expectativas generadas, hace que el sujeto perciba la situación como amenazante y negativa. Estas situaciones generan sensaciones de inseguridad y “ahogamiento” que repercuten negativamente sobre el rendimiento. Para que esto no ocurra, el deportista tiende a eliminar cualquier circunstancia ajena a lo que sucede en su deporte y a no permitirse otras posibilidades, incluso más gratificantes (otros deportes, otras actividades, nuevas relaciones, nuevos roles, etc.), que no sean las de correspondencia ante el rol asignado. Cuando el deportista percibe que está atado a unas circunstancias de las que no puede escaparse, considera que su capacidad de afrontamiento al pro-

blema no es la adecuada y siente inseguridad por no poder ajustarse al modelo deportivo unidireccional en el que se encuentra, se produce una situación de estrés que altera el rendimiento y la capacidad para alcanzar los cánones exigidos en su deporte, conduciéndole hacia una retirada social y emocional, manifestada clínicamente en los síntomas del *burnout*.

Según este modelo, la causa de *burnout* no es el estrés, sino, anterior a él, la estructura social del deporte que limita y restringe la identidad y autonomía del deportista.

#### 6.1.4. Modelo de Kelly (1994)

El *modelo de estrés y burnout* de Kelly (1994) sugiere que el agotamiento es el resultado de un aumento del estrés prolongado y continuado a causa de la interacción con otras personas durante el desarrollo de funciones en el ámbito deportivo (inicialmente fue un modelo desarrollado para entrenadores). El modelo pondera la interdependencia entre factores personales y situacionales, la apreciación individual del nivel de estrés basándose en tales factores y su expresión a través de *burnout*, de acuerdo a las tres esferas definidas por Maslach y Jackson (1981) (Figura 10.4).

En la concepción inicial del modelo, los factores de estrés no están directamente relacionados con el *burnout*, sino que éstos influyen en la percepción individual de estrés. La estimación directa del estrés percibido permitirá realizar una estimación indirecta del *burnout* en las tres dimensiones señaladas.

Como variables personales que influyen en el estrés percibido, el modelo contempla el *género* y el *vigor*, mientras que como variables sociales, la *satisfacción por el apoyo social*, el *número de victorias* y *los problemas relacionados con la dirección de equipo*. El modelo afirma que un escaso apoyo social, problemas relacionados con la dirección de equipo, poseer una condición de mujer, personas con un nivel de activación o vigor bajos y un escaso número de victorias, son factores que inducen hacia una mayor percepción de estrés. La percepción de estrés conduciría al deportista hacia el incremento del agotamiento emocional, de la despersonalización y de la escasa realización personal, que son los tres ámbitos de manifestación del *burnout*.

En posteriores adaptaciones del modelo además se demostró que las variables personales y situacionales que influían directamente en la percepción de estrés, también lo hacían en el nivel de *burnout* de los deportistas (Martin *et al.*, 1999).

#### 6.1.5. Modelo de Garcés y Vives (2003)

El modelo de *burnout* de Garcés y Vives (2003) se conoce como *modelo integrador*. Pretende recoger, de forma ecléctica, las notas características de modelos anteriores, incorporando una nueva dimensión asociada a los factores de personalidad, los cuales no habían sido tratados anteriormente, y a su vez, según los autores, determinan el que un modelo se materialice en sujetos diferentes. Partiendo del concepto cognitivo-afectivo de *burnout* desarrollado por Smith

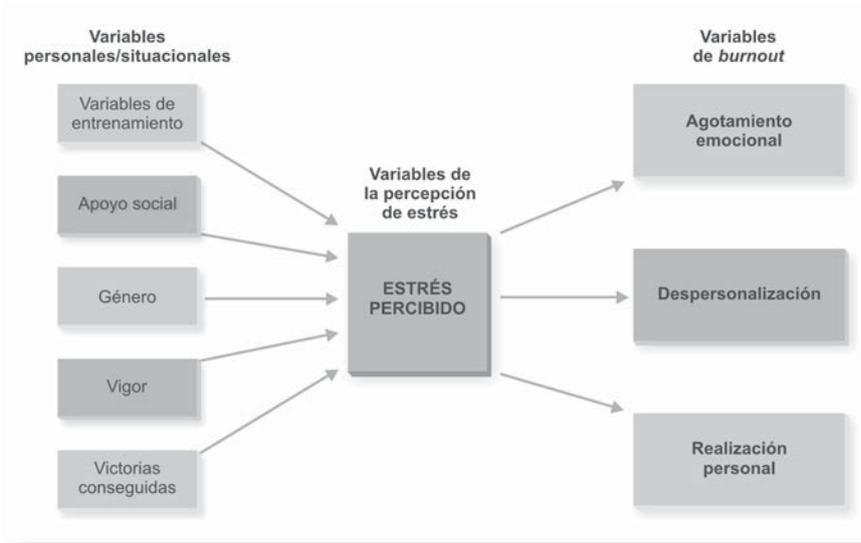


Figura 10.4. Modelo de estrés y *burnout* (adaptado de Kelly, 1994).

(1986), incorpora la dimensión social de Coakley (1992), la idea de compromiso de Schmidt y Stein (1991) y el concepto tridimensional de *burnout* de Maslach y Jackson (1981) (Figura 10.5).

Este modelo se asienta en cinco elementos básicos interrelacionados entre sí: antecedentes, valoración cognitiva, personalidad, variables de personalidad, dimensiones y consecuencias.

- *Antecedentes*. Representan las situaciones potencialmente peligrosas que pueden conducir hacia el síndrome de *burnout* en el entorno deportivo, relacionadas principalmente con los focos de influencia social en el deportista. Dentro de esta esfera se proponen cinco elementos:
  - Relaciones sociales negativas asociadas al deporte: circunstancias que generan vínculos sociales no identificados con la lógica interna del deporte (relaciones de carácter comercial o publicitario, relaciones vinculadas con éxitos deportivos, relaciones centradas en intereses económicos, etc.).
  - Apoyo social deficiente: si el deportista encuentra un apoyo social importante por parte de su grupo de personas más próximo ante situaciones de fuerte carga emocional, como el hecho de competir a alto nivel, soportar una temporada de duro trabajo, periodos de lesión, presión de los medios de comunicación, enfrentamientos con entrenadores, directivos o compañeros,

etc., podrá afrontarlas con mayores garantía de éxito. De lo contrario, la situación de estrés y tensión generada se verá incrementada.

- Excesivas demandas competitivas: las competiciones son de por sí situaciones de tensión que tienen un gran impacto emocional en las que el deportista debe rendir e intentar superar positivamente. Si al deportista se le sobrecarga excesivamente con competiciones, las situaciones tensionales también van en aumento y se convierten en claros precedentes de *burnout*.
- Pocos logros significativos: hace referencia a la obtención de éxitos deportivos importantes para el individuo. Si los objetivos deportivos no se consiguen, la posibilidad de comenzar a pensar en el fracaso aumenta, y con ella también la probabilidad de que aparezca el síndrome.
- Estructura social del deporte negativa: los autores parten de que la estructura deportiva se encamina hacia la “fabricación” de deportistas que pueden lograr grandes resultados, y por tanto se priman valores en torno a la victoria por encima de otros como la diversión, la cooperación y la cohesión de grupo, orientando al deportista hacia la victoria. Si éste no es capaz de alcanzar el triunfo, cualquier frustración generada podrá ser un factor de *burnout*.
- *Valoración cognitiva*. Los antecedentes anteriormente descritos van a propiciar una valo-

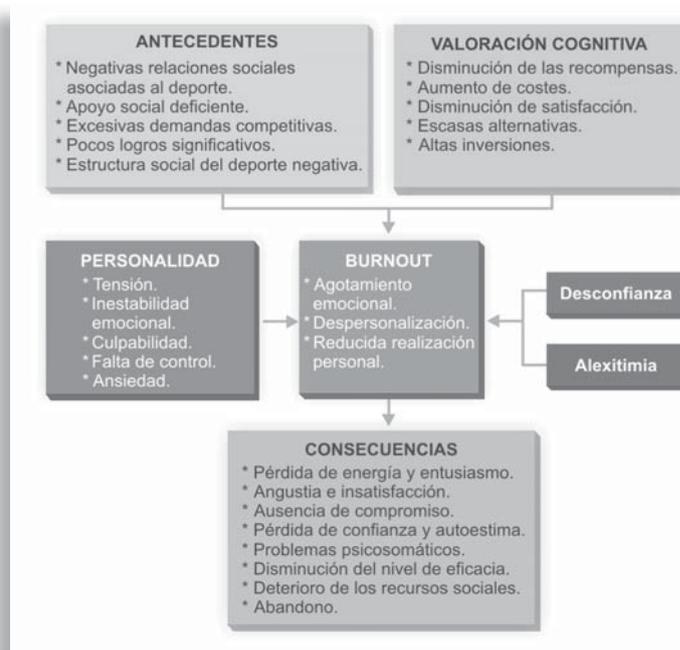


Figura 10.5. Modelo integrador (adaptado de Garcés y Vives, 2003).

ración subjetiva de la situación centrada en cinco parámetros: recompensas, costes, inversiones, satisfacción y alternativas. El deportista aumentará su probabilidad de *burnout* si percibe que tiene pocas recompensas, los costes son elevados, las inversiones son muy altas, la satisfacción es baja y las alternativas son escasas. Si las alternativas son amplias, es probable que tienda al abandono de la práctica.

- *Variables de personalidad.* Según los autores la confluencia de situaciones generadoras de estrés y la presencia de valoraciones negativas pueden conducir al *burnout*, sin embargo el que se llegue a materializar o no, va a depender de las variables de personalidad de cada deportista. Así, personas con una gran inestabilidad emocional o con tendencia al sentimiento de culpabilidad ante cualquier situación negativa; la falta de control emocional y el aumento de la ansiedad de los patrones de personalidad “neuróticos”; personas que muestran una desconfianza excesiva hacia el contexto en el que interactúan; personas con orientación desmesurada hacia lo externo, incapaces de sentir emociones o expresar sentimientos, son más propensas a padecer el síndrome de *burnout*.
- *Dimensiones del burnout.* Si las circunstancias, la valoración cognitiva y las variables de personalidad conducen al desarrollo de *burnout*, éste aparece siguiendo un orden lógico de acuerdo a las tres dimensiones descritas por Maslach y Jackson (1981). En primer lugar se produciría el agotamiento emocional. Una vez instaurado tendría lugar la despersonalización. Y por último se afectaría claramente la realización personal del individuo en su deporte.
- *Consecuencias.* Representan el resultado indicativo de todo el proceso seguido, las cuales no tienen por qué aparecer conjuntamente. Según los autores las que más frecuentemente se han venido observando son: pérdida de energía y entusiasmo (motivación); angustia e insatisfacción (ausencia de diversión y motivación); ausencia de compromiso (debido al malestar, desilusión, tensión); pérdida de confianza y autoestima (inseguridad ante el logro de resultados); problemas psicósomáticos; disminución del rendimiento y resultados; deterioro de recursos sociales (distanciamiento emocional, falta de apoyo social) y abandono.

## 7. HIPÓTESIS RELACIONADA CON EL ESTADO DE ESTRÉS-RECUPERACIÓN

Como hemos podido observar en párrafos precedentes, la aparición del sobreentrenamiento basándose en la teoría del *burnout* gira en torno, de manera casi exclusiva, a la *dimensión del estrés* en cuanto a si está presente; si las circunstancias del entorno o las predisposiciones individuales lo condicionan; en cuanto a su manifestación o en cuanto a las estrategias para superarlo. Sin embargo recientemente se ha considerado que niveles elevados de estrés de forma prolongada en el tiempo no significa necesariamente verse inmerso en situaciones de sobreentrenamiento, si de forma paralela se emplean estrategias adecuadas para la recuperación (Kenttä y Hassmén, 2002; Kellmann, 2005). Asimismo, la mayor parte de definiciones encontradas en la literatura veíamos que consideraban el sobreentrenamiento como resultado de un desequilibrio entre los agentes que favorecen el estrés y los que favorecen la recuperación. Es por ello que otra parte de la literatura (González-Boto *et al.* 2005, 2005b; Kellmann, 2005, 2002; Jurimae *et al.*, 2004, 2001; Maestu *et al.*, 2003; Kellmann y Kallus, 2001, 2000; Kallus y Kellman, 2000; Kenttä y Hassmén 2002, 1998; Kellman y Kallus, 1999) además de la *dimensión estrés* consideran otra que está directamente relacionada, que es la *dimensión recuperación*.

Al igual que hemos hecho en el apartado reservado a la hipótesis del *burnout*, en éste vamos a describir dos modelos que se ocupan de la relación entre el *estrés* y la *recuperación* y que a su vez contribuyen a una posible explicación del sobreentrenamiento.

### 7.1. Modelo “tijeras” de estrés-recuperación de Kellmann (1991)

El modelo de estrés-recuperación de Kellmann (1991) interrelaciona las situaciones de estrés, las necesidades de recuperación a partir de ellas, la capacidad individual para soportar el estrés y los recursos personales de recuperación (Figura 10.6).

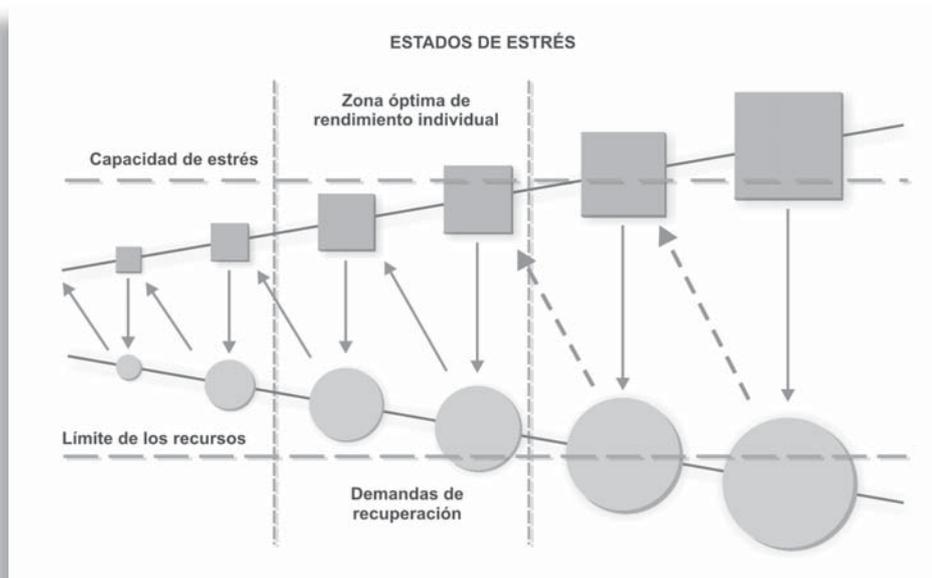
Este modelo (Kellmann, 2005, 2003, 2002b, 1991) se asienta sobre el principio de que a medida que el estrés aumenta en una persona, resulta necesario que la recuperación, de forma paralela, se vea incrementada proporcionalmente. Cuando el sujeto experimenta situaciones de estrés dispone de una serie de

recursos para poder afrontarlo (tiempo de recuperación, horas de sueño, tiempo para el descanso...). A medida que las situaciones de estrés son cada vez mayores, también lo son las demandas de recuperación, es decir, las necesidades de regeneración para el individuo. Si la capacidad para tolerar el estrés es compensada por recursos de recuperación adecuados, el sujeto está en equilibrio. Sin embargo, cuando los recursos de recuperación comienzan a ser inferiores a las demandas situacionales de estrés, se inicia un círculo vicioso y negativo para el deportista, debido a que las demandas de recuperación para compensar dicho estrés (que se ven incrementadas) no son satisfactoriamente cubiertas por los recursos individuales de recuperación. Basándonos en esta situación, el equilibrio lógico entre el estrés y la recuperación se rompe, facilitando que el sujeto experimente paulatinamente incrementos en sus niveles de estrés sin que sean completamente recuperados, pudiendo sobrepasar la capacidad de tolerancia individual de estrés. La situación de equilibrio o desequilibrio va a venir determinada, por tanto, por la capacidad individual para disponer y utilizar los recursos necesarios de recuperación y por las estrategias de afrontamiento ante las situaciones de estrés.

Si los recursos son apropiados, el sujeto podrá reaccionar de forma satisfactoria y afrontar perfectamente el estrés sin tener que utilizar actividades adicionales de recuperación. Incluso en esta situación podrían tolerarse niveles moderados de estrés hasta un cierto límite. Estaríamos hablando de un “equilibrio entre el estrés y la recuperación”, donde el sujeto dis-

pondría de condiciones óptimas para alcanzar niveles satisfactorios de adaptación y rendimiento. Precisamente una de las ideas centrales de este modelo radica en que niveles moderados de estrés pueden ser tolerados positivamente por el deportista siempre y cuando se conozcan, se dispongan y se utilicen los recursos necesarios para su recuperación. Sin embargo, en ausencia de recuperación o en situaciones de infrarrecuperación, el deportista inicia un proceso de estrés que le puede conducir a niveles elevados una vez haya superado el umbral del margen óptimo. En este caso, el aumento de estrés va a limitar las posibilidades de recuperación, por lo que resultarían necesarias ayudas suplementarias para poder reponer totalmente el nivel de rendimiento perdido. Se puede decir que la infrarrecuperación es una situación precursora del sobreentrenamiento (Kellmann, 2003).

El modelo de Kellmann (1991) se relaciona conceptualmente con el modelo de las *zonas individuales de funcionamiento óptimo* (IZOF: Hanin, 2000). Este modelo explica la interrelación entre el componente emocional y el rendimiento deportivo, es decir, cómo la vivencia de las emociones va a determinar el éxito en el deporte; y de forma inversa, cómo el rendimiento va a afectar al contenido y a la intensidad del componente emocional. Si el tipo de emoción, naturaleza, contexto en el que se produce e intensidad se sitúan en un rango determinado en función de cada sujeto o colectivo, se podrá alcanzar satisfactoriamente el rendimiento deportivo. Fuera de la zona óptima, tanto por defecto como por exceso, los resultados serán insatisfactorios.



**Figura 10.6.** Modelo “tijeras” de estrés-recuperación (adaptado de Kellmann, 1991).

Una vez contemplada la relación entre el estrés y la recuperación, el modelo considera que el sobreentrenamiento puede analizarse a partir del *nivel de estrés-recuperación* en que se encuentre el individuo con el transcurso del tiempo. Este indicador representa la magnitud con que alguien está física o psíquicamente estresado, así como la capacidad individual para emplear estrategias de recuperación, y cuál o cuáles está utilizando. El nivel de estrés-recuperación es un concepto multidimensional construido conjunta o individualmente a partir de la interacción de variables de tipo fisiológico, emocional, cognitivo, comportamental, rendimiento o social. El sobreentrenamiento a corto plazo se entiende como una reducción planificada de la recuperación en favor de un aumento del estrés provocado por las cargas de trabajo para desencadenar una posterior supercompensación. Si la situación se continúa en el tiempo y no se produce una recuperación adecuada, se da paso a una cronificación de la infrarrecuperación que conduce al padecimiento del *síndrome general de sobreentrenamiento*. Los cambios positivos causados en el nivel de estrés-recuperación pueden deberse tanto a una reducción del estrés como, principalmente, al desarrollo de actividades relacionadas con la recuperación, que a su

vez deberán ser de una naturaleza y magnitud correspondientes con la devaluación generada, si lo que se pretende es conseguir una recuperación plenamente satisfactoria (Kellmann, 2005, 2003; Kellmann y Günther, 2000; Kallus y Kellmann, 2000; Kellmann y Kallus, 1999).

## 7.2. Modelo de estrés-recuperación de Kenttä y Hassmén (1998)

El modelo de estrés-recuperación de Kenttä y Hassmén (1998) es un modelo muy similar al anterior. Intenta dar explicación desde una perspectiva fisiológica, psicológica y social a los procesos de recuperación y sobreentrenamiento en un contexto amplio, a partir del conocimiento de los parámetros que interactúan y determinan tanto la mejora del rendimiento deportivo como su deterioro.

El modelo diferencia tres niveles interrelacionados (Kenttä y Hassmén 2002, 1998), el proceso de sobreentrenamiento y recuperación, las consecuencias y la disposición final en relación al rendimiento (Figura 10.7):

- *Proceso de sobreentrenamiento y recuperación*: este nivel representa la causa que deter-

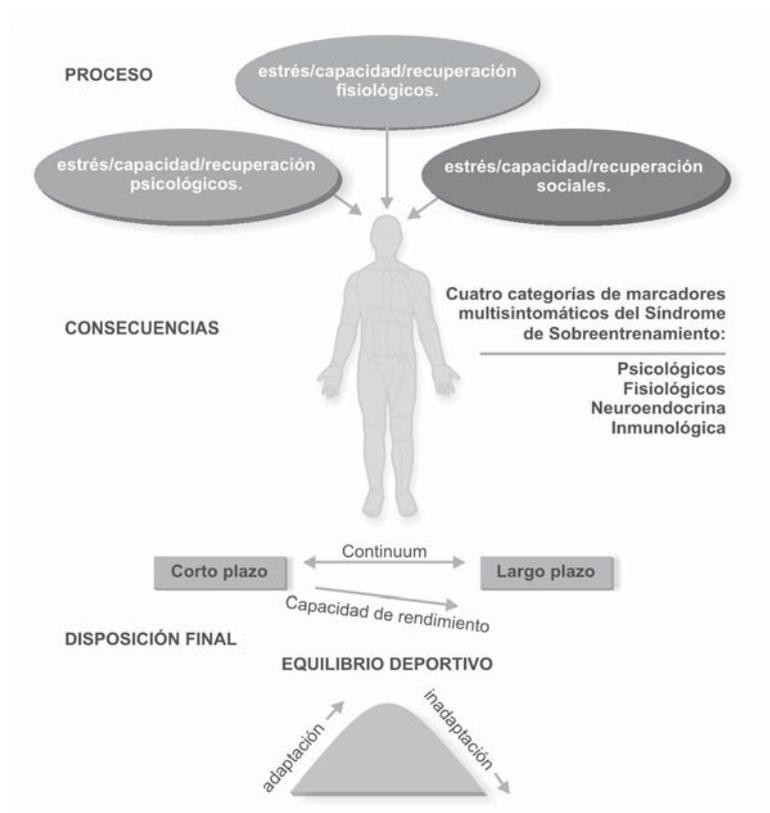


Figura 10.7. Modelo de estrés-recuperación (adaptado de Kenttä y Hassmén, 1998).

mina la aparición del sobreentrenamiento a partir de una serie de factores que intervienen de forma interactiva y sumativa a lo largo del tiempo. Todo el proceso va a depender de tres niveles: fisiológico, psicológico y social. Cada nivel se va a expresar de una u otra forma en función de tres parámetros: cantidad de estrés, cantidad de recuperación y capacidad individual para superar el estrés. Dicho de otro modo, el origen y la magnitud del sobreentrenamiento va a venir determinado por la “cantidad” de estrés fisiológico (cargas de entrenamiento), psicológico (percepción de expectativas y logros conseguidos) y social (interacción con el entrenador, competidores, familiares, amigos, etc.); por la “cantidad” de *recuperación* a nivel fisiológico (nutrición, hidratación, reposo, estiramiento, etc.), psicológico (relajación, apoyo emocional) y social (refuerzo social) y por la *capacidad individual* o tolerancia fisiológica (capacidad metabólica, nivel de fuerza, etc.), psicológica (nivel de autoconfianza, afrontamiento de la ansiedad, capacidad atencional, nivel motivacional, control actitudinal, capacidad de visualización, salud mental) y social (habilidad para generar y mantener relaciones sociales con otros).

- *Consecuencias*: cuando se produce un desequilibrio entre el estrés y la recuperación aparecen una serie de consecuencias negativas que se distribuyen en cuatro categorías multisintomáticas representativas del síndrome general de sobreentrenamiento. Las categorías son: fisiológica, psicológica, neuroendocrina e inmunológica.
- *Disposición final*: hace referencia al continuum en el entrenamiento que veíamos en apartados precedentes. Existe un punto óptimo de equilibrio entre estrés y recuperación. El nivel de rendimiento se verá incrementado hasta que se produzca una ruptura del equilibrio por motivos de excesivo estrés o insuficiente recuperación. En este momento se producirá un retroceso paulatino en la adaptación deportiva (González-Boto, *et al.*, 2008)”.

poder detectar situaciones negativas de sobreentrenamiento resulta muy necesario, pero también es muy importante trabajar desde su prevención a través de otros elementos. En la literatura aparecen recogidas diversas estrategias. Entre las más importantes destacamos las siguientes (Peterson, 2004; Armstrong y VanHeest, 2002; Legros *et al.*, 2002; Raglin y Morgan, 1994; Fry *et al.*, 1991; Kuipers y Keizer, 1988):

- *Alternancia entre fases de trabajo intenso y fases de regeneración*: es fundamental que la recuperación esté programada en la planificación deportiva de un deportista, la cual debería ser cuantificable y aplicable en proporción y en relación a las cargas administradas.
- *Evitar la monotonía en los entrenamientos*: el aburrimiento o no cumplir con las expectativas iniciales puede acabar agotando con el tiempo a los deportistas.
- *Desaconsejar a los deportistas entrenar más de lo debido*: a veces es probable que los deportistas se sientan bien, eufóricos o en plena forma durante fases de recuperación y quieren entrenar más. Es necesario concienciarles de que no hagan sobreesfuerzos durante estas fases ya que aumentos futuros de carga en fases programadas más exigentes pueden conducirlos al sobreentrenamiento.
- *Evaluar a los sujetos y establecer comparaciones intrasujeto*: uno de los mayores problemas a la hora de reconocer el sobreentrenamiento es que los resultados de las pruebas con las que se intenta detectar se comparan con valores normalizados en la expresión de los síntomas. En ocasiones puede conducir a error su interpretación debido a las diferencias interindividuales. Es preferible comparar los resultados con evaluaciones en condiciones de “línea base”, que hacerlo respecto a valores de una población o de un grupo determinado.
- *Importante detectar el sobreentrenamiento a corto plazo*: tener en cuenta que si aplicamos intensos microciclos de trabajo de forma planificada es posible que los deportistas tengan este tipo de sobreentrenamiento y por tanto es importante estar a la expectativa y ser previosores ante futuros trastornos. Si no tenemos programado dicho trabajo y se observa que el rendimiento no progresa, evaluar esta situación y dar descanso como medida preventiva.
- *Aplicación de diversos métodos de identificación y prevención*: actualmente no existe un

## 8. PREVENCIÓN DEL SOBREENENTRENAMIENTO

La monitorización del deportista a nivel psicológico a lo largo de un plan de entrenamiento para

- único método capaz de detectar el sobreentrenamiento cuando se produce una disminución del rendimiento. Lo más indicado podría ser desarrollar diversas estrategias (biomédicas, psicológicas, etc.) que permitan disponer de información multidimensional que permita obtener un resultado más completo para su prevención e intervención.
- *Mantener hábitos correctos de sueño, nutrición e hidratación:* muchos agentes estresores pueden estar asociados a este tipo de elementos, como por ejemplo, trasnochar, tener horarios de sueño y descanso irregulares, consumo de sustancias ergogénicas o dopantes, etc. Desarrollar hábitos de vida positivos, análisis nutricionales, etc., puede ayudar en la prevención del sobreentrenamiento.
  - *Registros diarios del peso, pulso en reposo, estado de salud general y sensaciones percibidas en el entrenamiento:* en un primer momento lo ideal podría ser realizar una evaluación inicial de estos parámetros en el deportista y en condiciones normales. En evaluaciones posteriores si se observa, por ejemplo, que tras un entrenamiento aumenta su peso corporal, por la tarde y por la noche tiene demasiada sed e ingiere mucho líquido, si luego vemos que por la mañana tiene el pulso más acelerado y sus horas de sueño han sido menos de lo normal o se han visto alteradas, esta situación necesita ser evaluada y tenida en cuenta en relación al sobreentrenamiento.
  - *Reducción del entrenamiento ante estrés físico o emocional:* una estrategia indicada ante la presencia de situaciones de estrés ajenas al entrenamiento es que se realicen descensos en el volumen de las cargas, manteniendo la intensidad dentro de los márgenes posibles. Posteriormente ir incrementando poco a poco los parámetros perdidos.
  - *Controlar y reducir al mínimo posibles agentes estresores de la vida diaria:* es probable que situaciones relacionadas con los estudios, el trabajo, el cambio de residencia, etc., afecten psicológicamente al deportista. Es importante poder conocer la situación personal de cada sujeto al máximo y facilitar una incidencia mínima de los aspectos negativos de la vida diaria, sobre todo cuando se están siguiendo intensas fases de trabajo deportivo. Una buena estrategia podría ser animarles a mantener una comunicación fluida y constante con el grupo técnico del equipo.
  - *Controlar y reducir al mínimo estresores psicosociales relacionados con el deporte:* sería interesante que las únicas fuentes de estrés para los deportistas fuesen las cargas de trabajo. Cualquier otra preocupación, como responsabilidades con el equipo y fuera del equipo (material, organización, logística...), conflictos entre los miembros, organización, excesiva presión por la victoria (mas media, directiva...) pudiese ser gestionada a través de otras personas.
  - *Utilizar técnicas de relajación, visualización o afrontamiento:* para intentar mantener el mismo régimen de entrenamiento físico se aconseja emplear técnicas de relajación y visualización que ayuden a controlar el nivel de arousal y a centrarse en los aspectos importantes del deporte en entrenamientos y competiciones. También puede ser muy adecuado emplear técnicas de afrontamiento. Estos recursos podrán incluso permitir a los deportistas soportar más estrés en entrenamientos o competiciones.
  - *Otros recursos* como masaje, hidroterapia, psicoterapia o educación preventiva pueden estar indicados de cara a la prevención del sobreentrenamiento.

## 9. TRATAMIENTO DEL SOBREENTRENAMIENTO

En ocasiones, aun desarrollando estrategias de prevención, los deportistas acceden a situaciones de sobreentrenamiento de las cuales deben recuperarse. En la literatura (Hawley y Schoene, 2003; Armstrong y VanHeest, 2002; Kellmann, 2002; Uusitalo, 2001; Raglin y Morgan, 1994; Lehmann *et al.*, 1993; Kuipers y Keizer, 1988) se dan una serie de indicaciones que recogemos a continuación:

- *Ante sobreentrenamiento a corto plazo, recuperación de tres a cinco días:* lo ideal en este periodo de tiempo sería interrumpir el ritmo de entrenamientos y competiciones, y permitir el descanso y la recuperación. Tras él, intentar mantener una intensidad más o menos elevada, reduciendo, preferentemente el volumen total de entrenamiento.
- *Ante sobreentrenamiento a largo plazo, recuperación de dos a seis semanas:* en la literatura se acepta que el mejor tratamiento para el

sobreentrenamiento es reposo y fases de recuperación de dos a seis semanas (a veces más). En casos particulares los deportistas pueden requerir de meses sin ningún tipo de entrenamiento y sin actividad física con el fin de recuperarse completamente. Barron *et al.* (1985) informaron que deportistas sobreentrenados mostraban alteraciones en las funciones neuroendocrinas tras seis meses de recuperación.

- *Suprimir las competiciones en cualquier periodo de sobreentrenamiento*: el atleta no va a rendir en competición y va a tener sensaciones negativas con mucha probabilidad que le generarán más angustia y tensión.
- *Modificación de la dinámica de trabajo rutinaria (reducción de carga)*: realizar nuevos ejercicios, adaptar otros tipos de entrenamientos, aprender nuevas habilidades, efectuar mayor entrenamiento técnico, modificaciones de la intensidad y del volumen, etc., pueden ser muy útiles para complementar el tratamiento del sobreentrenamiento.
- *Consultar con el médico y con el psicólogo*: si se sospecha de sobreentrenamiento es importante conducir al deportista a la consulta del médico para controlar los riesgos de lesiones o daños orgánicos, al igual que a la del psicólogo, ya que es muy probable que pueda aparecer algún cuadro de depresión o cualquier otra alteración.
- *Recuperación activa y proactiva*: no hacer ninguna actividad, acostarse o reposar puede

estar muy indicado en estados de sobreentrenamiento, pero realizar ejercicios físicos diferentes o actividades principalmente suaves, puede resultar más positivo para la recuperación. A veces la inactividad total puede ser un agente estresor, por lo que la práctica de otras actividades ligeras puede incluso reducir la posibilidad de una influencia negativa de la inactividad o de la monotonía en el sujeto.

- *Control dietético*: es preferible preocuparse por llevar a cabo una dieta saludable y equilibrada según los requerimientos nutricionales de cada deportista sobreentrenado, que iniciar una suplementación con otros componentes, sin perjuicio de que esta estrategia también reporte efectos beneficiosos para la recuperación.
- *Modificaciones del entorno*: puede resultar muy positivo disponer de nuevos lugares de entrenamiento, de materiales diferentes, etc.
- *Modificaciones en el clima de trabajo*: una orientación deportiva que no se centre demasiado en el resultado, que se produzca un aumento del apoyo social, que haya una preocupación por el disfrute en las actividades, etc., puede ayudar a superar el sobreentrenamiento.
- *Empleo de terapias paralelas*: masaje, crioterapia, termoterapia, etc.
- *Tratamientos farmacológicos*: se ha recomendado la aplicación de fármacos que favorezcan el descanso ante trastornos del sueño o fármacos que ayuden al control de la depresión.

## **PARTE III**

---

# **ANÁLISIS DE LA INICIACIÓN Y ADHERENCIA A PAUTAS DE ACTIVIDAD FÍSICA SALUDABLE**



# Motivación para la práctica de actividad física y deportiva

Pedro Jara Vega, Laura Vives Benedicto y Enrique Garcés de los Fayos

## OBJETIVOS

- Contextualizar la motivación en el ámbito de la actividad física y deportiva.
- Distinguir los tipos, estilos y teorías de la motivación relacionados con la práctica de actividad física y deportiva.
- Identificar los motivos, las actitudes y los comportamientos de práctica deportiva más frecuentes.
- Analizar la influencia de la autoconfianza en el mantenimiento de la motivación.
- Conocer las diferentes estrategias para el establecimiento de objetivos como herramienta básica para la mejora de la motivación.
- Examinar las líneas directrices para el desarrollo y la optimización de unos niveles de motivación adaptativos.

## 1. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA MOTIVACIÓN EN LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTIVA

Como planteaba Jara (2002) al inicio de su trabajo sobre motivación en el contexto deportivo, ¿por qué algunas personas eligen realizar actividad física y deporte mientras otras no?, ¿cuáles son las causas por las que los niños, los jóvenes y los adultos eligen una actividad deportiva y no otra?, ¿qué factores pueden inducir a personas con problemas de salud a practicar actividad física y deportiva para mejorar sus niveles de calidad de vida?, ¿cuáles son las técnicas de entrenamiento que aumentan la motivación de los deportistas de alto nivel?, ¿cuál es la razón por la que una persona se mantiene en una actividad incluso cuando ésta se ha convertido abiertamente en una fuente de malestar? Los diferentes profesionales que desarrollan su labor en el ámbito de la actividad física y el deporte señalan unánimemente a la motivación como uno de los factores necesarios para el rendimiento y los buenos resultados, tanto relacionados con el deportista de alto nivel en la consecución de buenas marcas como en las personas que practican actividad física y depor-

tiva con el objetivo de incrementar su salud, de ocupar su tiempo libre o de mejorar su aspecto físico, convirtiéndose a este fenómeno en un factor de gran utilidad en términos de resultados humanos y de costes económicos (De Andrade *et al.*, 2006). En este sentido, se han realizado numerosas investigaciones sobre este fenómeno, convirtiéndose en uno de los tópicos esenciales de la Psicología aplicada en general y de la Psicología del Deporte en particular. Ello ha llevado a que el rendimiento y los buenos resultados en el desempeño de nuestro trabajo, en el área académica o en el deporte, suelen generalmente asociarse al nivel de motivación que se manifiesta, presentándose de este modo la motivación como uno de los temas centrales en cualquier ámbito de la actividad humana.

Por otro lado, la comprensión de todo lo que envuelve la participación deportiva de los jóvenes en su desarrollo físico, social, emocional y cognitivo, es una necesidad emergente (Wong y Bridges, 1995; Fernández *et al.*, 2004). A pesar de que las relaciones entre la actividad física y la salud estén adecuadamente documentadas (Georgiadis *et al.*, 2001), existen muchos jóvenes y adultos que son sedentarios o no realizan actividades físicas a niveles de intensidad que produzcan los beneficios deseados (Dubbert,

2002). Así, el estudio de la motivación para la realización de actividad física y deportiva se presenta como un prerrequisito para el desarrollo de intervenciones adecuadas para el aumento de los niveles de actividad física (Dishman *et al.*, 2002).

La motivación es un proceso individual muy complejo que puede utilizarse para explicar el comportamiento de las personas cuando realizan deporte o actividad física, sin olvidar que se trata de un fenómeno en el que inciden muchas variables que a su vez interactúan entre sí. Siguiendo a Escartí y Cervelló (1994), podemos afirmar que en el ámbito de la actividad física y el deporte la motivación es el producto de un conjunto de variables sociales, ambientales e individuales que determinan los siguientes aspectos:

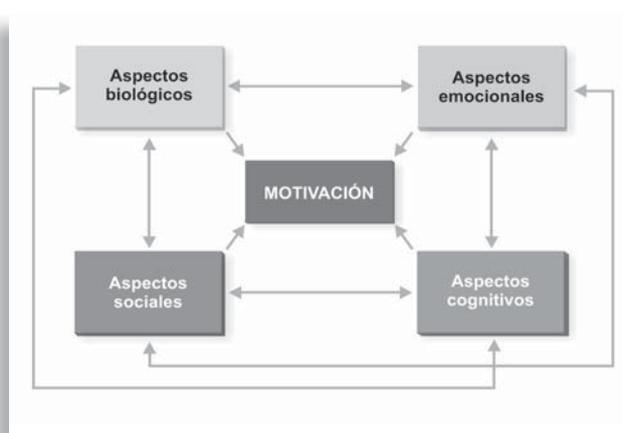
- La elección de una actividad física o deportiva.
- La intensidad en la práctica de esa actividad.
- La persistencia en esa tarea concreta.
- El rendimiento que se consigue en la realización de esa actividad.

En este sentido, el término motivación se ha utilizado para designar la cantidad de energía y la dirección del comportamiento humano, refiriéndonos a la motivación como aquello que determina el origen, dirección y persistencia de la conducta (Sage, 1977). Este concepto incluye dos dimensiones:

- Una dimensión intensiva, que se refiere a por qué las personas persisten en determinados comportamientos invirtiendo en ellos tiempo y energía.
- Una dimensión direccional, que indica la finalidad del comportamiento, es decir, por qué nos orientamos a uno u otro objetivo.

La motivación tiene una relación significativa con otras variables psicológicas, como por ejemplo el nivel de activación, la concentración o la autoconfianza. Y, por otra parte, está en el origen de dos opciones contrapuestas: la adherencia y el abandono de la actividad. En la Figura 11.1 se presentan diferentes variables relacionadas con la motivación, las cuales tienen una influencia directa en la persistencia, la intensidad y la frecuencia de la conducta deportiva y que, a su vez, interactúan entre ellas aumentando, manteniendo o disminuyendo esta conducta.

Tal y como muestran las propias raíces del término (proviene del verbo latino *movere*, que significa mover), la motivación implica movimiento o activación; no en vano, para describir un estado altamente motivado en muchas ocasiones se utilizan términos



**Figura 11.1.** Variables relacionadas con la motivación.

tales como excitación, energía, intensidad, activación... Sin embargo, a pesar de la importancia que el mundo deportivo le ha concedido tradicionalmente a este constructo, a menudo la motivación se confunde con otros conceptos psicológicos e incluso se desconoce de manera precisa su significado real, sus implicaciones y cómo y de qué modo se puede motivar a los deportistas profesionales o a las personas que realizan actividad deportiva en su tiempo libre. Esta confusión de la motivación con otros conceptos psicológicos a menudo tiene implicaciones prácticas bastante perniciosas, como es el caso de un entrenador que intente motivar más a un jugador errático pero en realidad ya motivado, que puede estar sufriendo sin embargo una fuerte inseguridad y temor a fallar. El resultado lógico en tal caso será una mayor frustración e incremento de su inseguridad. Recogemos de Escartí y Cervelló (1994) algunos de los tópicos erróneos más comunes que aparecen en torno a la motivación:

- Se relaciona la motivación con la activación emocional (arousal). Ello puede conducir en ocasiones a que antes de la práctica deportiva se utilicen técnicas que aumenten al máximo los niveles de activación de quien practicará la actividad deportiva, porque se considera que cuanto más activados emocionalmente se encuentren antes de la práctica, la motivación para realizarla con buen rendimiento será mayor. Un grave error, pues la motivación y la activación son dos constructos separados aunque relacionados entre sí.
- Crear en la persona que realizará actividad física y deportiva expectativas poco realistas sobre sus posibilidades. Tanto si nos centramos en deportistas de alto nivel como si lo hacemos en personas que realizan actividad física

y deportiva en su tiempo libre o por motivos de salud, se debe tener cuidado con las expectativas que se le generen, pues si la persona ve que no se cumplen las expectativas propuestas, se producirá todo lo contrario a lo deseado: disminuirá su motivación, afectando a la confianza de esta persona en quien le generó dichas expectativas.

- Considerar la motivación como un rasgo estable de personalidad. Cometer este error implica entender que la motivación es inmutable a lo largo del tiempo, con lo cual podríamos clasificar a las personas como mucho o poco motivadas, entendiendo que es imposible aumentar la motivación de las personas menos motivadas para la práctica de actividad física y deportiva.

La implicación de la motivación en el ámbito deportivo y su repercusión en el resto de variables psicológicas de quienes realizan actividad física y deportiva es tanta que incluso en este contexto encontramos una alta proporción de estudios que se centran en la elaboración y el análisis de diferentes instrumentos de evaluación que pretenden ser un intento para acercarse a las características y niveles de la motivación (Salguero *et al.*, 2003b, 2004, 2007). En la Tabla 11.1 presentamos algunos ejemplos de cuestionarios que se han utilizado para evaluar la motivación en la actividad física y deportiva. Para profundizar más acerca de los instrumentos de evaluación que existen para analizar la variable motivacional puede consultarse el trabajo de Dosil (2004), donde se recogen un número muy significativo de los mismos.

**Tabla 11.1.** Cuestionarios sobre motivación en actividad física y deporte.

Nombre del cuestionario	Autores
Cuestionario de motivación para la participación deportiva ( <i>Participation Motivation Questionnaire</i> , PMQ).	Gill, Gross y Huddenton (1983).
Cuestionario de orientación a la tarea y al ego en el deporte (TEOSQ).	Duda y Nicholls (1989).
Cuestionario de motivaciones de inicio, mantenimiento y abandono de la actividad física.	Marrero, Martín-Albo y Núñez (1999).
Adaptación del cuestionario de causas de práctica y abandono en la práctica deportiva.	Salguero, Tuero y Márquez (2003a).

Una vez realizada una aproximación al constructo motivación en el entorno de la actividad física

y deportiva, a continuación revisaremos los principales tipos de motivación, así como los estilos motivacionales más relevantes, examinando las teorías de la motivación que más han destacado en el ámbito que nos ocupa, para posteriormente analizar los motivos, las actitudes y los comportamientos de práctica de actividad física y deportiva más relevantes.

## 2. TIPOS, ESTILOS Y TEORÍAS DE LA MOTIVACIÓN

Son varias las teorías que se han formulado para analizar el fenómeno de la motivación. En la base de cada una de ellas se realizan diversos planteamientos que indican qué tipos de motivaciones hay que tener en cuenta y cuáles son las características clave que sustentan la teoría. Junto a ello, la literatura científica ha acudido a varios tipos de distinciones y clasificaciones según criterios diversos con el fin de estudiar los motivos por los que una persona realiza una actividad deportiva. No olvidemos que estamos ante un constructo sumamente complejo, y que tal y como afirma Littman (1958), “existen muchos y variados tipos de motivación”. En este sentido, según este autor, la motivación se refiere:

- Al proceso o condición que puede ser fisiológico o psicológico, innato o adquirido, interno o externo al organismo, el cual determina o describe por qué, o respecto a qué, se inicia la conducta, se mantiene, se guía, se selecciona o finaliza.
- Al estado por el cual determinada conducta frecuentemente se logra o se desea.
- Al hecho de que una persona aprenderá, recordará y olvidará cierto material de acuerdo con la importancia y el significado que el sujeto le dé a la situación.

En referencia a los diferentes enfoques desde los que se ha estudiado la motivación, Cantón, Mayor y Pallarés (1995) señalan un claro predominio de explicaciones cognitivas, la tendencia a vincular la multiplicidad de factores psicológicos intervinientes, así como a representar las estrechas relaciones entre las emociones y las motivaciones que inciden en el deporte y en la actividad física en general. También han ocupado un lugar privilegiado los trabajos orientados a la mejor comprensión de la técnica del establecimiento de objetivos, que es casi unánimemente considerada como la vía privilegiada para la adecuada organización y ges-

ción de las fuerzas motivacionales en cualquier área de desempeño humano, incluida la actividad deportiva. Vamos, a continuación, a describir las teorías más importantes para la comprensión de las motivaciones en la actividad física y deportiva, destacando en cada una de ellas los tipos de motivación que sustentan las formulaciones de cada una de las teorías. Siendo conscientes de la existencia de multitud de teorías que se han formulado para explicar los procesos motivacionales, en este capítulo seleccionamos para su análisis las teorías cuya aplicación en las ciencias del deporte ofrece conclusiones más enriquecedoras y clarificadoras sobre la temática que nos ocupa, siguiendo en este sentido las aportaciones que realiza Dosil (2004). Las teorías que vamos a describir son las siguientes:

1. Teoría de la motivación intrínseca-extrínseca (Deci y Ryan, 1985).
2. Teoría de la motivación de logro (Atkinson, 1964; Mc Clelland, 1961).
3. Teoría de la perspectiva de meta (Duda, 1992 y 1993).
4. Teoría de la atribución (Heider, 1958).

### **2.1. Teoría de la motivación intrínseca-extrínseca (Deci y Ryan, 1985)**

La teoría de la motivación intrínseca-extrínseca parte del concepto de que a pesar de que existen una serie de pulsiones instintivas en el hombre, las personas, mediante los procesos de aprendizaje, adquieren necesidades nuevas que actúan como motivadores de su conducta. En este sentido, siguiendo a Ortín y Jara (2006), una de las distinciones que aportan claridad a estos aspectos es la que se suele realizar entre motivación intrínseca y extrínseca, distinción bajo la cual aparece la dependencia de aspectos externos tales como diferentes tipos de recompensas o bien la orientación preferente hacia factores internos tales como la diversión o el sentimiento de autorrealización. Así:

- Las conductas intrínsecamente motivadas son aquellas que la persona emite para divertirse, sentirse realizado, mantener la salud y bienestar... Estos aspectos coinciden con los valores que socialmente suelen definirse como “sanos” en el deporte. Se considera que una persona está motivada intrínsecamente cada vez que realiza una actividad en ausencia de refuerzo externo o de esperanza de recompensa. Las personas que realizan actividad física y deportiva y que están motivados intrínsecamente ante situacio-

nes difíciles persisten más en la tarea, siendo más resistentes a los malos resultados (Escartí y Cervelló, 1994).

- Las personas más motivadas extrínsecamente, sin embargo, están centradas en las recompensas externas obtenidas por su práctica deportiva. Indudablemente, el deporte de competición vuelca su atención e incluso dependencia en los éxitos deportivos, por lo que el valor de lo externo (ganar, obtener dinero, reconocimiento social, etc.) puede situarse fácilmente muy por encima de los aspectos intrínsecos que inicialmente suelen ser prioritarios en el ejercicio de los deportes. Algún deportista de alto nivel ha llegado a reconocer explícitamente esta transformación, tal como recoge Kearney (1996): “empecé en este deporte porque me gustaba y ahora compito sólo por dinero, de lo contrario me dedicaría a otra cosa”.

Podemos entender la relación entre la motivación intrínseca y extrínseca a través de dos perspectivas:

- La perspectiva conductista, la cual alude al uso y funciones de los reforzadores.
- La perspectiva cognitivista, que se orienta más hacia la comprensión de las atribuciones que hace el propio deportista que sobre por qué realiza su actividad.

Generalmente cualquier conducta combina en diverso grado una fuerza motivacional de ambos tipos, intrínseca y extrínseca, y quizá a lo que debemos aspirar es a encontrar una relación entre ambos que resulte equilibrada, como por ejemplo utilizar refuerzos y recompensas con un valor intrínseco. En este sentido, las recompensas externas, por un lado, pueden ejercer en la persona que las recibe una función prioritaria de información, dando a la persona que realiza actividad física y deportiva una indicación del valor de su esfuerzo y su conducta, y constituyendo por tanto una señal importante de la valía y reconocimiento de sus méritos personales en este ámbito. Además, las recompensas pueden incidir fundamentalmente en su función estricta de controladoras de la conducta, en función del valor atribuido a las consecuencias que proporcionan. El hecho de que las mismas recompensas incluso actúen prioritariamente de uno u otro modo depende esencialmente de la forma en que son administradas y el mensaje y estilo con que se dan. Desde esta perspectiva, el refuerzo no actúa simplemente como un pago por un resultado, sino también como un síntoma de valores y senti-

mientos más profundos, y con carga afectiva relacionados con el reconocimiento, la autoestima, el sentido de pertenencia y el espíritu de superación. Este tipo de fuerzas intrínsecas tiene sin duda un poder mucho más ilimitado para impulsar el esfuerzo y compromiso del deportista que los motivadores extrínsecos. (Martínez *et al.*, 2008).

No obstante, la teoría de la evaluación cognitiva, propuesta por Deci y Ryan (1985) se ha centrado en estudiar los efectos de la motivación intrínseca y extrínseca. En relación con los efectos de las recompensas externas sobre la motivación y sus factores intrínsecos, Greene y Lepper (1974) y Lepper y Greene (1975) destacan el efecto negativo de las recompensas sobre la motivación intrínseca, argumentando que este efecto negativo se debe a una instrumentalización de la actividad, por la cual la razón externa (la recompensa) pasa a ser más importante que la razón interna (el placer de realizar la tarea).

Por otro lado, De Diego y Sagrado (1992), reconociendo la importancia de los factores intrínsecos en consonancia con los extrínsecos en el desarrollo de una adecuada motivación, plantean diversos aspectos para potenciarla. Presentamos una adaptación de las mismas en la Tabla 11.2.

El adecuado manejo de todos estos aspectos relacionados con la motivación extrínseca e intrínseca, así como en la forma de coordinar los efectos de las mismas, son el punto clave para que deportistas jóvenes que inician su andadura por el deporte de alto rendimiento, no se quemen y puedan continuar un desarrollo deportivo adecuado. En este contexto, la presión que en muchos casos ejercen los padres puede hacer que cosas que en un principio se muestran “motivantes” se conviertan posteriormente en “presionantes”... ¿Qué hay de los padres que inducen a sus hijos a participar en una concentración permanente de alto rendimiento para intentar lograr un éxito deportivo de ámbito nacional?, ¿o los padres que, antes de que su hijo tenga nociones para escoger el deporte a practicar, lo inducen a practicar su propio deporte favorito llenando así el tiempo libre de su hijo?, ¿o del entrenador que indica a sus deportistas que combatan los errores que cometen, en vez de dirigirles hacia lo que tienen que hacer? Todas éstas son conductas orientadas a motivar al deportista en un sentido, pero que, en función de la interacción con otras variables como el nivel de autoconfianza, las tendencias atribucionales del deportista, su necesidad de aprobación externa, o el grado de autoexigencia y

responsabilidad que muestra, pueden ejercer una presión perjudicial para la ejecución deportiva a corto y medio plazo y para el funcionamiento psicológico de quien realiza esa actividad. En este sentido, se podría incluso llegar al desarrollo del síndrome de *burnout* (Garcés de Los Fayos, 2004), generándose una alta probabilidad de abandonar prematuramente la actividad física y deportiva.

**Tabla 11.2.** Aspectos para potenciar la motivación intrínseca.

Potenciación de la motivación intrínseca
Fomentar la diversión planificando actividades físicas y deportivas lo más variadas y entretenidas posibles.
Centrar la propia autoevaluación en el esfuerzo, la mejora de las habilidades y la ejecución realizada más que en el resultado obtenido.
Recompensar cada logro que se vaya alcanzando en la práctica de actividad física y deportiva sin sobrevalorarlo ni infravalorarlo.
Utilizar diferentes fuentes de retroalimentación sobre los progresos que se van consiguiendo y tenerlos siempre presentes.
Conocer la importancia del refuerzo del entrenador, el monitor o quien dirige la actividad física o deportiva, así como lo beneficioso de los refuerzos entre las propias personas que practican deporte.

## 2.2. Teoría de la motivación de logro (Atkinson, 1964; Mc Clelland, 1961)

Otro acercamiento importante a este tipo de cuestiones se ha realizado a través de las teorías sobre la motivación de logro, que han intentado explicar desde una perspectiva cognitivo-social las respuestas de los individuos en los contextos de logro (entre los que el contexto deportivo es un claro exponente, dado que conlleva implícita la idea de competición, mejora personal y evaluación externa que incluyen juicios de la ejecución en términos de éxito o fracaso).

Atkinson (1964) y McClelland (1961) consideran que en los entornos de logro, como el deporte, las personas actúan movidas por factores estables de personalidad y por factores situacionales:

- Los factores o motivos personales tienen que ver con la tendencia a conseguir el éxito y evitar el fracaso.
- Los factores situacionales están relacionados con la probabilidad de conseguir éxito/fracaso y el valor de incentivo asociado al éxito/fracaso.

Estos dos elementos son el resultado de las experiencias tempranas de la socialización que enseñan a evitar el fracaso y a buscar el éxito; tienen un origen social, pero son estables a lo largo del tiempo, y su interacción es lo que proporciona las características motivacionales concretas en cada persona que realiza actividad física y deportiva.

### **2.3. Teoría de la perspectiva de meta (Duda, 1992 y 1993)**

Una de las teorías con más amplia aceptación en Psicología del Deporte es la teoría de la perspectiva de meta (Duda, 1992 y 1993). La premisa fundamental de esta teoría es que existen dos perspectivas de metas que reflejan el criterio por el que los individuos juzgan su competencia y por el que subjetivamente definen el éxito y el fracaso en el contexto de logro. Estas dos perspectivas se denominan “orientación a la tarea” y “orientación al ego”. Los deportistas que están prioritariamente orientados a la tarea juzgan su nivel de habilidad basándose en un proceso de comparación con ellos mismos, se centran en la superación personal y muestran un criterio de éxito esencialmente autorreferencial; los deportistas más orientados al ego demuestran si son o no competentes comparándose con otros, su énfasis está en superar a los otros y manejan por tanto criterios heterorreferenciales (Nicholls, 1984). Generalmente se ha considerado entre los psicólogos del deporte que la orientación a la tarea supone una práctica deportiva más basada en el esfuerzo y la cooperación, por lo que generalmente resulta más comprometida y duradera. Por otro lado, la orientación al ego supone basar la participación deportiva en intentar ser el mejor, un aspecto que puede ser beneficioso en determinadas situaciones competitivas pero que especialmente en el ámbito de deporte de base, se considera una práctica propiciatoria del abandono. Recientemente, no obstante, empieza a considerarse la importancia de no dicotomizar y simplificar en exceso esta distinción, sino que al igual que cuando atendemos a los componentes intrínsecos o extrínsecos de la motivación, caben diversos tipos de graduación y combinación en cuanto a la orientación al ego y a la tarea (a modo de un proceso dinámico), que pueden ser más o menos apropiados dependiendo de circunstancias variadas como el grado de madurez y el nivel de maestría del deportista, su personalidad, nivel competitivo, etc. (Duda, 2005). Es relevante considerar

el hecho de que el tipo de orientaciones de meta que cada deportista va desarrollando está en función de cuáles son las orientaciones de meta dominantes en los entornos deportivos (y también en los no deportivos) en los que se desenvuelve. En este sentido, y más allá de las intervenciones individualizadas cuando se intenta reestructurar la orientación motivacional del deportista, resulta crucial considerar el papel de los agentes externos que configuran las estructuras del deporte y las reglas explícitas e implícitas con que se rigen. Los entrenadores, padres, directivos, políticos... determinan la creación de unos “climas motivacionales” u otros en los que los deportistas se desenvuelven y educan, por lo que al tratarse de deportistas en periodos de iniciación y formación, los psicólogos del deporte enfatizan la importancia de crear climas motivacionales en los que se prime la orientación a la tarea y el aprendizaje, incidiendo así más positivamente en la autoconfianza, la cooperación, los valores de esfuerzo y mejora personal, y una adherencia más estable a la práctica de la actividad física.

### **2.4. Teoría de la atribución (Heider, 1958)**

La teoría de la atribución (Heider, 1958) analiza el modo en que las personas interpretan sus conductas y las de las demás personas de su entorno. Desde esta teoría, las causas de éxito y fracaso que los deportistas atribuyen en las situaciones competitivas influyen en la motivación y, de este modo, en los logros o fracasos posteriores. Cuatro son los principales tipos de causas o razones que las personas atribuyen para explicar sus actuaciones: la habilidad o capacidad, el esfuerzo, la dificultad de la actividad y la suerte. La capacidad y el esfuerzo obedecen a un lugar de control interno, pero mientras que el esfuerzo es a la vez un factor bastante inestable o variable, la habilidad es bastante estable y cambia poco (sobre todo en la interpretación que de ella hacen algunas personas). La dificultad de la tarea y la suerte son factores que obedecen a un lugar de control externo, pero mientras que la suerte es muy inestable la dificultad del reto puede ser bastante más estable.

Escartí y Cervelló (1994) formulan una serie de conclusiones que muestran cómo favorecer la motivación de las personas que realizan actividad física y deportiva desde los parámetros de esta teoría:

- Los resultados positivos atribuidos a factores internos (habilidad, esfuerzo...) se asocian con un aumento de los sentimientos de orgullo y

satisfacción y, por tanto, de motivación.

- Los resultados positivos atribuidos a factores estables (habilidad, dificultad de la actividad...) se asocian a grandes expectativas de éxito en situaciones futuras.
- Los resultados negativos atribuidos a factores internos provocan sentimientos negativos, insatisfacción y pérdida de motivación.
- Los resultados negativos atribuidos a factores estables se asocian a bajas expectativas de éxito en situaciones futuras.

### 3. MOTIVOS, ACTITUDES Y COMPORTAMIENTOS DE PRÁCTICA

El interés que despierta el conocimiento de cuáles son los motivos que subyacen a la práctica de actividad física y deportiva se operativiza en dos vertientes:

- Por un lado, conocer los factores que motivan a las personas a realizar actividad física y deportiva indica qué hacer para conseguir un elevado rendimiento en este contexto.
- Por otro lado, conocer por qué las personas realizan deporte nos indicará qué elementos “fomentar” en las personas que no lo realizan para así “ayudarles” a pasar de un estilo de vida sedentario a uno más activo.

Desde esta perspectiva, en el contexto deportivo encontramos un elevado número de estudios que se centran en la comprensión de los factores relevantes para el inicio y el mantenimiento de la práctica deportiva (García Ferrando, 1992; Pintanel y Capdevila, 1999; López y Márquez, 2001; Junior *et al.*, 2001; Pavón *et al.*, 2003).

Partiendo de este contexto, Garcés de los Fayos (1995) ha buscado los motivos que habían conducido a jóvenes practicantes al inicio y mantenimiento de su actividad. El estudio se realizó con una amplia muestra de 1.552 sujetos (770 niños y 782 niñas). Los resultados mostraron que los motivos iniciales de placer y salud se transformaron en otros de carácter más competitivo cuando se trataba de mantenerse en una práctica deportiva que había cambiado radicalmente los objetivos a lograr.

Una gran cantidad de investigaciones se han ocupado de describir y clasificar aquellos motivos que inducen a los niños a participar en competiciones deportivas (Jara, 1997). Con ligeras diferencias de

contenido y sobre todo de terminología, hay acuerdo en que estos motivos son los que aparecen en la Tabla 11.3. Esta relación de motivos de práctica hace referencia a motivos relacionados con la propia mejora, la aprobación social, la competencia y comparación deportiva, y el disfrute o divertimento.

**Tabla 11.3.** Motivos para practicar actividad física y deportiva (Gould, 1980).

Motivos para la práctica
1. Pasárselo bien, divertirse.
2. Mejorar sus habilidades y aprender otras nuevas.
3. Estar con los amigos y hacer amigos nuevos.
4. Experimentar nuevas sensaciones y emociones.
5. Tener éxito, ganar.
6. Lograr una buena condición física, sentirse en forma.

También se ha destacado la relación que existe entre los diferentes tipos de motivos y la edad, encontrándose en ciertas etapas del desarrollo algunas motivaciones de forma más relevante. Así:

- De los 8 a los 11 años destacan especialmente el deseo de mejora en sus habilidades y la aprobación o reconocimiento social, sobre todo de los padres y el entrenador.
- De los 11 a los 13 años se intensifican las motivaciones de competencia y comparación social, a través de las cuales el niño busca su lugar en el grupo con una comparación constante.
- De los 13 a los 17 años se mantiene esa motivación de competencia pero también se intensifica la de mejora y aprendizaje.

En función de este conocimiento, cabe preguntarse hasta qué punto la forma de trabajar en las escuelas y clubes de iniciación deportiva está acorde con las motivaciones naturales de los niños y satisface sus inquietudes, o si más bien transmite y fuerza motivaciones diferentes heredadas del deporte adulto que pueden resultar contraproducentes. Asimismo, en otras investigaciones, describen los programas de actividad física que las personas han vivenciado en la escuela teniendo consecuencias positivas cuando los niños están motivados para participar en la EF —efectos positivos a nivel físico, social, cognitivo y afectivo— (Ferrer-Caja y Weiss, 2000; Fernandes *et al.*, 2004). Por otra parte, Sallis y McKenzie (1991) sostienen que experiencias positivas en la educación física pueden influir en los niños para adoptar estilos de vida saludables, mientras que en los adultos pue-

den promover una mejora de la calidad de vida que repercute en la salud pública. De este modo se asume que un estilo de vida adulto activo tendrá el origen en las actitudes que se han configurado en edades más jóvenes (Shepard y Trudeau, 2000; Dosil, 2003).

Aunque en la literatura científica sobre la motivación, ya sea en el ámbito del deporte o en cualquier otro, se suele enfocar el estudio de los motivos y valores desde un enfoque jerárquico y, a menudo, dicotómico, Jara (2002) plantea que con frecuencia se pierden de vista las repercusiones sistémicas de esta jerarquía y la cuestión de cómo en toda acción concreta, de manera más o menos implícita o consciente, existe un sistema de valores o propósitos de base guiando lo que se hace y cómo se hace, además de determinar la experiencia emocional acompañante. Dado que cada motivo, valor o propósito puede ser visto como importante en sí mismo y además como valioso para el cuidado y reforzamiento de los demás, una importante pauta práctica puede ser que el deportista se ejercite con una atención inicialmente consciente más diversificada y equilibrada hacia un sistema de propósitos o valores que resulte óptimo en cada caso, con la tendencia a ir haciéndolo de forma lógicamente más automática e implícita, tal como corresponde a un nivel esencialmente emocional y “profundo” de la persona como es el nivel de las motivaciones. El autor destaca la posibilidad de añadir más significado, sentido y propósito a la acción deportiva, en cualquiera de sus facetas y momentos, prescribiendo una mayor atención consciente a valores o criterios necesarios que podrían estar demasiado ausentes en la motivación implícita del deportista (por ejemplo, disfrute, aprendizaje...), y quizás restar ponderación a otros motivos que pudieran estar inadecuadamente sobrevalorados (por ejemplo, reconocimiento, rendimiento...).

Como se ha ejemplificado en exposiciones anteriores sobre este tipo de acercamiento (Jara, 2002; Ortín y Jara, 2006), es posible considerar la situación de un deportista excesivamente focalizado en ganar, o quizás en obtener reconocimiento, y cómo posiblemente su minimización de otros valores o propósitos tales como la diversión, la relación interpersonal afectiva o el cuidado de unos niveles de salud puede sabotear en grado variable sus propios objetivos de rendimiento y reconocimiento, dada una mayor tendencia consecuente a las lesiones, la sobreactivación, el bloqueo atencional, el conflicto relacional, etc. Desde una explicación sistémica de las razones o propósitos por los cuales las personas hacemos lo que hacemos, en ejemplos como el descrito el deportista puede perci-

bir más fácilmente cómo está boicoteando sus propios criterios por una falta de visión global del sistema de valores en un momento dado y también a través del tiempo. Se le puede ayudar a entender que motivos como, por ejemplo, el disfrute y el éxito, no sólo no son incompatibles, sino que se necesitan mutuamente para que ambos se optimicen y se vean satisfechos de manera duradera.

#### **4. INFLUENCIA DE LA AUTOCONFIANZA EN EL MANTENIMIENTO DE LA MOTIVACIÓN**

---

Una vez analizados los diferentes aspectos generales que inciden en la motivación, vamos ahora a evaluar la influencia que la autoconfianza tiene en el mantenimiento de aquélla. Podemos definir la autoconfianza como la convicción que se tiene para poder llevar a cabo las habilidades necesarias (tanto físicas como mentales) para ejecutar con éxito una conducta para producir un determinado resultado. Tal y como recoge Dosil (2004), el término autoconfianza se utiliza en el ámbito del deporte para referirse a la percepción que se tiene sobre si su capacidad es suficiente para enfrentarse a una tarea y sobre si los resultados que obtendrá serán positivos. Esta evaluación que se realiza sobre las propias habilidades impactará en la autoconfianza solamente en situaciones en las que se requiere comprobar la “valía personal” y en las que el compromiso que se posee con la tarea es tan importante que le hace desplegar el máximo esfuerzo en su consecución. La autoconfianza es uno de los elementos esenciales para el desarrollo psicológico y emocional del niño, no perdiendo su gran importancia en edades adultas, pues se trata de uno de los factores que determina el comportamiento de toda persona (Bandura, 1977). Está establecido que las personas con niveles de autoconfianza elevados muestran una mayor persistencia y esfuerzo en la ejecución deportiva (Weinberg *et al.*, 1979).

Las relaciones entre motivación y autoconfianza no son del todo sencillas, pero de modo general podemos afirmar que tienden a conservar una relación positiva, por lo que es importante que en la interacción diaria de los monitores o los entrenadores con los deportistas se tengan en cuenta una serie de condiciones y estrategias para fortalecer la autoconfianza (Vives Benedicto y Garcés de Los Fayos, 2002):

- *Procurando situaciones en las que consiga éxitos y ejecuciones correctas.* Éxito en cuanto a ejecuciones correctas, que son las que conducen a rendimientos y resultados satisfactorios; experimentar conductas que conducen al éxito da lugar a que se produzcan más conductas de ese tipo, y ello incrementa la autoconfianza.
- *Enseñándole el proceso que lleva a actuar con confianza.* Los errores suelen debilitar la confianza y tras ellos se suele desencadenar una pérdida de control de la situación tremenda, desbaratando los objetivos y descentrando la atención. Dotándole de la información necesaria al respecto y de las técnicas psicológicas que permiten que situaciones como esa no le afecten, optimizaremos su autoconfianza.
- *Ofreciéndole un apoyo profesional de confianza.* Somos nosotros los que primeramente debemos tener confianza en nosotros mismos... Si el joven percibe que quien le enseña lo hace sin confianza, ¿cómo desarrollará él su propia confianza en lo que está haciendo?
- *Generando un modo de funcionar que evalúe objetivamente si "tiene derecho a confiar" o no en sus posibilidades.* En cuanto aparecen pensamientos negativos sobre la propia capacidad, se provoca que realmente no se sea capaz de realizar los objetivos. Si, en cuanto aparecen esos pensamientos, se reemplazan por ideas positivas y más realistas, se generará la confianza. La detección de pensamientos negativos o irracionales es esencial para desarrollar la autoconfianza.
- *Entrenándole psicológicamente en determinadas estrategias que sustenten objetivamente su autoconfianza.* Recurrir a diferentes estrategias psicológicas como la visualización, la detención del pensamiento o el control de la ansiedad y el estrés es beneficioso no sólo para los deportistas profesionales, sino también para los que se están iniciando en el deporte, pues se puede utilizar con multitud de fines y en multitud de situaciones que favorecerán la consecución de los objetivos y, por tanto, el aumento de la confianza.
- *Entrenándole de manera eficaz técnica, táctica, física y psicológicamente.* Para realizar una buena ejecución, no es sólo necesario tener autoconfianza, sino también poseer las habilidades necesarias para llevarla a cabo correctamente. Poseer la forma física que nos permita desarrollar esas habilidades, haber interiorizado los gestos técnicos para realizarlos correctamente, haber integrado la táctica a utilizar, y haber entrenado psicológicamente para afrontar todas las dificultades, es básico para poder confiar en que seremos capaces de lograr desarrollar nuestras capacidades al máximo.
- *Planificando lo que hay que hacer y las posibles dificultades que pueden surgir.* Si no se está preparado, no se puede esperar que las cosas vayan bien. Generar autoconfianza también se hace desde la elaboración de un plan sobre la forma en la que se va a actuar y sobre las estrategias de juego que se van a desarrollar, en las que quede reflejado lo que se intenta hacer y cómo hacerlo. Para que ello aporte seguridad, deberá además ir acompañado de una planificación de tácticas alternativas, de solución y de ajuste por si cambia el planteamiento inicial.
- *Controlando las demostraciones efectivas.* Es de vital importancia utilizar el modelado para el aprendizaje de cualquier actividad a desarrollar y la importancia del aprendizaje correcto para poder sentirnos capaces de poner en práctica las demandas que se presenten. Weinberg y Gould (1995) describen algunas pautas de demostraciones efectivas: informar de la importancia de la destreza para la actividad, hacer notar cómo un modelo de alto estatus utiliza eficazmente la destreza, asegurar que los participantes no han de soportar ninguna distracción y que lo pueden ver y oír todo, establecer contacto visual al tiempo que se transmiten las instrucciones sobre el gesto que hay que aprender, hacer demostraciones de las destrezas desde diferentes ángulos...
- *Adaptando el deporte a las características de los jóvenes.* Permitir que se juegue en un campo pequeño o que las porterías sean más pequeñas, adecuar las reglas de juego a la edad y evolución del joven..., puede ayudar a experimentar éxitos y, por tanto, a generar autoconfianza.
- *Estableciendo objetivos eficazmente.* Objetivos realistas a corto plazo, basados éstos en lo que el individuo puede hacer en ese momento; basándose en acciones que estén bajo su control aumentará la confianza de este deportista, porque permitirá ir consiguiendo las metas que se van proponiendo y evitará exigir metas para las cuales no se tienen actualmente recursos disponibles para llevarlas a cabo.
- *Generando un entorno en el que la percepción de control sobre la situación es uno de los factores más relevantes.* Tener percepción de control sobre la situación da seguridad, y evita la incertidumbre y la duda, permitiendo centrar la atención en

los estímulos relevantes, y facilitar así la toma de decisiones rápida, todo lo que permite sentirse capaz de realizar las habilidades necesarias para tener éxito en esa situación.

- *Evaluando las situaciones desde los recursos y límites que se poseen actualmente.* Conocer cuáles son los recursos de que se dispone y dónde están los límites propios en el momento actual, y tenerlo en cuenta para cualquier decisión que se tome, es lo que hará que se puedan poner en práctica las habilidades que se poseen en ese momento.
- *Proporcionándole feedback desde varias fuentes de información.* Proporcionarle *feedback* desde varias fuentes le permitirá obtener información objetiva de su forma de enfrentarse a las situaciones, sabiendo en qué está mejorando y en qué debe mejorar. Con ello se consiguen datos objetivos sobre los que construir expectativas realistas.

## 5. ESTRATEGIAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE OBJETIVOS

Para conseguir personas motivadas con la actividad física que están realizando, primero debemos conocer todo lo que describe y explica el fenómeno de la motivación y, posteriormente, hay que utilizar estrategias que ayuden a mejorar los diferentes niveles motivacionales. Quizás, el establecimiento de objetivos sea una de las mejores estrategias para conseguir dicha meta. El establecimiento de objetivos es una técnica compleja, que requiere numerosas fases, detalles y aspectos a tener en cuenta. Tal vez por ello se utilice en muchas ocasiones de manera incorrecta y/o incompleta. La labor del psicólogo del deporte en este sentido puede ser relevante como conocedor de la repercusión psicológica del trabajo acertado con objetivos, tal como señalan Ortín y Jara (2006).

El beneficio general que proporciona la técnica y el hábito correctamente aprendido de un establecimiento de objetivos puede tener una repercusión muy positiva en prácticamente todos los ámbitos de la vida de la persona que realiza actividad física y deportiva. Es más, la técnica del establecimiento de objetivos ofrece en el ámbito del deporte una gran cantidad de beneficios específicos (Flores *et al.*, 2008; Locke y Latham, 1985; Weinberg, 1992), tanto para las personas que realizan actividad física y deportiva, como para las personas que la dirigen, enseñan o controlan. Presentamos estos beneficios específicos en la Tabla 11.4.

**Tabla 11.4.** Beneficios específicos de un óptimo establecimiento de objetivos.

Beneficios del establecimiento de objetivos
Permite dirigir la atención y la acción hacia los aspectos más importantes. De este modo, con esta técnica nos proporcionamos un mapa cognitivo o guía útil que indica en todo momento el camino a seguir: por dónde se va, dónde se está y hacia dónde se va.
Facilita la movilización de la energía y el esfuerzo. Y además de ello, también se facilita mantener esa energía y ese esfuerzo, y persistir en ambos aspectos.
Genera la posibilidad de que se elaboren estrategias de aprendizaje que permitan alcanzar las metas propuestas.
Otorga a las acciones que se realizan en este ámbito de mayor significación y propósito. Esta técnica sitúa a quien la emplea en contacto con las diferentes razones y valores por los cuales la está haciendo, con lo cual no sólo se hace la acción porque sí, sino que tiene un significado especial. Ello además hace que el proceso sea más disfrutable y consciente.

Siguiendo a Jara (1997), recogemos a continuación una serie de guías útiles para que el establecimiento de objetivos resulte una técnica eficaz:

1. *Las metas específicas, explícitas y operativizables son más eficaces que las generales y poco medibles.* En general las personas que realizan actividad física y deportiva pueden tener el hábito de pensar en objetivos que quedan definidos de manera poco explícita y operativa. Frecuentemente escuchamos objetivos como ganar, mejorar físicamente, tener buena actitud..., todos ellos logros importantes que, sin embargo, no permiten ser adecuadamente medidos y, por tanto, se complica la percepción de control sobre el proceso de mejora o retroceso.
2. *Las metas deben ser lo suficientemente difíciles como para suponer un reto para el deportista, pero deben ser realistas y alcanzables.* El deportista debe sentir además que puede llegar a ellas con su trabajo. Se ha de encontrar el equilibrio entre plantearse un objetivo muy difícil (que llevará a pensar en términos de expectativas que superan su capacidad, conocimiento, técnica... por lo que estará abocado a no conseguirlo) y un objetivo muy fácil (con el que no se lograría alcanzar la sensación de reto y estímulo suficiente, ni tampoco su logro va a constituir un especial estímulo para su autoconfianza).
3. *Los objetivos deben estar preferentemente formulados en términos positivos, indicando a qué*

*nos queremos aproximar y no aquello que queremos evitar.* Cuando nos centramos en “objetivos negativos” tendemos involuntariamente a acercarnos precisamente a lo que queremos evitar. En este sentido, la definición en positivo de las mismas aporta mayor fluidez a las decisiones de afrontar cada esfuerzo. Ortín y Jara (2004) han realizado una intervención sobre las tareas específicas de ciclistas y nadadores cambiando entre otros aspectos el posible enfoque negativo de la meta a conseguir, a partir de lo cual los deportistas afirman que esta orientación en positivo de sus actos les permite afrontarlos de manera más tranquila y decidida.

4. *Es necesario marcarse metas a largo plazo y después desmenuzarlas en metas a medio, corto plazo y metas inmediatas en el entrenamiento o en la competición.* Sin metas a corto y medio plazo los deportistas pierden de vista sus objetivos lejanos y la progresión de destrezas que son necesarias para alcanzarlos. Los objetivos deben disponerse como una escalera de altura elevada pero asequible, hacia un lugar atrayente, al cual cada peldaño nos acerca más y por lo cual resulta motivante. Es imprescindible mantener esa conexión y organización. El establecimiento de objetivos bien conectados entre sí supone el aliento para encontrar sentido al tremendo esfuerzo que se realiza, y permite mantener una conexión mental entre cada tarea específica que se planea llevar a cabo sesión tras sesión y los objetivos más generales y lejanos hacia los que todo ello va dirigido.
5. *Las metas de realización, orientadas a la tarea, son mucho más eficaces que las metas de resultado.* Aunque es difícil evitar plantearse metas de resultado, es mucho más útil concentrarse en metas de realización, pues sólo una realización o ejecución adecuada sobre diversos objetivos específicos puede dar lugar al mejor resultado posible. Otra manera de plantearlo es que las metas tienen que ser personales y controlables por el deportista. Ganar depende de otros factores añadidos y por tanto es una meta que coloca al deportista en una posición de vulnerabilidad y fácil exposición al fracaso. Las metas personales son más alcanzables, estimulan el esfuerzo y suponen una reformulación del éxito más adaptativa. En cierto modo, resulta inevitable buscar un resultado, y sería absurdo ignorar este hecho; no obstante, dentro

de cada posibilidad, deberíamos procurar que por cada objetivo de resultado que se plantea deberían formularse varios objetivos de rendimiento correspondientes.

6. *Es preciso planificar objetivos de ejecución competitiva y también objetivos para el entrenamiento.* Metas para el entrenamiento pueden ser: empezar siempre a la hora prevista, completar los estiramientos en el calentamiento, focalizar la atención en la técnica de carrera durante las progresiones, etc. Aunque este tipo de objetivos no suelen ser especificados por los deportistas, son los que permiten el aprendizaje y la mejora continua, además de facilitar el estado motivacional en cada entrenamiento.
7. *Es preciso planificar no sólo el tipo de objetivos sino también el calendario de cumplimiento de los mismos, especificando con el mayor acercamiento posible las fechas en que las metas deberían estar logradas.* Lo anterior implica que no se deben establecer demasiados objetivos al mismo tiempo, sino los suficientes en cada caso para que el deportista pueda mantener la atención y trabajar sobre ellos. En el establecimiento de objetivos, el registro escrito de la evolución de los mismos supone para el deportista un *feedback* imprescindible para dar sentido a la técnica y para un aspecto tan importante como es la posible corrección de algún objetivo en forma y/o tiempo de consecución.
8. *Una vez establecidas las metas han de diseñarse las estrategias que en cada caso permitirán alcanzarlas, lo cual supone, en cierto modo, un “desmenuzamiento” de la meta original.* Obviamente, un mismo objetivo, en diferentes deportistas, llevará a estrategias distintas en función de las posibilidades, limitaciones y recursos en cada caso.
9. *Los objetivos deben estar sometidos a una evaluación, a un feedback periódico, lo que obliga a esforzarse por formular las metas de la manera más operativizable posible.* Dependiendo de la meta, el tipo de evaluación será obviamente diferente, yendo desde la medición objetiva de un cronómetro o marcador de puntos hasta el criterio evaluador del entrenador a través de la observación y el registro en un código. Los códigos de observación y los autorregistros son en este sentido muy útiles para operativizar las conductas que parecen menos operativizables. En definitiva, el proceso de

evaluación de metas ofrece un *feedback* necesario y responde a la pregunta: ¿Cómo sabré que lo he alcanzado?

10. *El programa de establecimiento de metas debe estar apoyado por todas aquellas personas que sean relevantes e influyentes para el deportista.* El entrenador, la familia y los compañeros del deportista no deben entrar en contradicción en este sentido. La comunicación resulta fundamental en todos los casos, pues un objetivo simplemente decidido e impuesto por un entrenador puede dañar seriamente la motivación del deportista.
11. *El programa de objetivos debe ser establecido, supervisado, modificado y evaluado de mutuo acuerdo por el deportista y el equipo técnico.* Esta es la única forma de establecer un compromiso y una motivación para trabajar por las metas.

## 6. DESARROLLO Y OPTIMIZACIÓN DE LA MOTIVACIÓN: LA INFLUENCIA DE LAS CREENCIAS EN LA MOTIVACIÓN HACIA LOS OBJETIVOS

---

A lo largo de este capítulo hemos ido ofreciendo indicaciones acerca de cómo optimizar y desarrollar la motivación, por ejemplo cuando hacíamos referencia a la motivación intrínseca o cuando hemos planteado cómo diseñar un adecuado establecimiento de objetivos. No obstante, en este último apartado queremos destacar uno de los aspectos básicos que hemos de tener en cuenta para el desarrollo y la optimización de la motivación y que no ha sido mencionado de forma explícita hasta el momento: la influencia de las creencias en la motivación hacia los objetivos (Jara, 2005, Ortín y Jara, 2006). ¿Cómo es posible modificar las creencias del deportista más directamente relacionadas con su motivación hacia los objetivos deportivos? Una vez establecido cada objetivo y definido un plan de acción adecuado para alcanzarlo, hay cuatro aspectos básicos que se deben poseer para lograrlo:

1. La capacidad interna y los recursos externos suficientes para seguir el método de trabajo que conduce al objetivo.
2. La confianza en la propia capacidad para lograrlo.

3. La motivación suficiente para continuar en los momentos difíciles.
4. Darse permiso para obtener y disfrutar del logro.

Apoyándonos en los recientes trabajos mencionados, consideramos importante examinar seis tipos o clases de creencias relevantes para la motivación y la confianza hacia cada objetivo, ya sea éste de tipo bastante general o más específico; las presentamos en la Tabla 11.5 junto a algunas de las estrategias básicas para afrontarlas.

Por otro lado, y siguiendo a los autores citados anteriormente, a continuación se presentan algunas cuestiones que son importantes para determinar cuál debe ser la actuación del entrenador, monitor o persona que guía la práctica de actividad física y deportiva en torno a la motivación:

1. *Tener en cuenta la situación extradeportiva de quien realiza actividad física y deportiva.* La lejanía de la familia, los problemas económicos, afectivos, de estudios, etc., pueden alterar la motivación tal y como desde el equipo técnico se considera que debe darse. Dentro de lo posible, un acercamiento hacia el deportista que muestre entendimiento o preocupación por estas cuestiones que le afectan personalmente puede aumentar su integración dentro del grupo y su identificación con la filosofía del equipo técnico. Aunque la potestad y las posibilidades de los entrenadores para actuar sobre las circunstancias extradeportivas están obviamente limitadas, no es algo sobre lo que deba desatenderse por completo. El mero ejercicio de una actitud de sensibilidad y empatía en este sentido puede establecer una diferencia importante en la motivación y en la actitud general.
2. *Encajar la motivación en relación a la fase de la temporada, pues esta variable cobra diferente relevancia en función de tal aspecto.* Por ejemplo en pretemporada el deportista debe motivarse ante entrenamientos duros sin la preparación física idónea y además muy alejado de las competiciones que más le “motivan”. Próximo a la competición, en cambio, existe un riesgo de que la motivación se transforme en presión y genere una experiencia de estrés excesivo y bloqueo variable en el rendimiento debido. En algunos momentos de la temporada el entrenador debe mantener estrategias expresamente orientadas a la intensificación motivacional,

**Tabla 11.5.** Tipos de creencias relevantes para la motivación y la confianza hacia cada objetivo y estrategias para afrontarlas (Ortín y Jara, 2006).

Creencias	Estrategias para afrontarlas
“El objetivo es realmente apetecible para mí y vale la pena” (el grado de “valor” y congruencia personal de la meta, lo apetecible del resultado).	Examinar el grado de conexión que la persona posee con el valor y beneficio de ese objetivo deportivo, intentando cambiar la fuerza relativa de los objetivos o valores en conflicto, y haciendo al deportista más consciente de las compensaciones. Centrarse previamente en trabajar el objetivo o valor en conflicto, dejando inicialmente de lado el primer objetivo deportivo, hasta que deje de establecerse una resistencia significativa. Profundizar hacia los meta-objetivos de los objetivos o valores en conflicto, siguiendo un enfoque de negociación.
“Teóricamente es posible lograr el objetivo” (la confianza en que las acciones especificadas permitirían realmente alcanzar el objetivo).	Considerar la posible validez de la creencia, y establecer si procede un cambio de método (la creencia no siempre es el problema). Ofrecer información “convinciente” de lo contrario, y de las características que reúnen casos de deportistas similares en que se ha logrado. Focalizar la atención del deportista en los indicadores apropiados y demostrativos de logro, para que pueda ir refutando progresivamente su creencia. Discutir la posible intención positiva de esta creencia, como es protegerse del fracaso y la decepción, de la desilusión o del esfuerzo sin sentido.
“Lo que hay que hacer para alcanzar el objetivo (plan de acción) está claro, es adecuado y congruente para mí” (la adecuación y dificultad personal de los comportamientos necesarios, con independencia de que se crea o no que van a producir el resultado deseado).	Entre los métodos o estrategias posibles, aplicar el más congruente a la persona y a sus capacidades. Examinar los criterios o reglas para los valores, que quizás sean poco adecuadas como expresión de los mismos: “¿cómo sabe que eso es un buen criterio de cumplimiento de sus valores u objetivos?”.
“Tengo la capacidad necesaria para alcanzar el objetivo” (el convencimiento de la propia capacidad para producir los comportamientos necesarios).	Considerando la intención positiva de la creencia (evitar el fracaso), valorar la posibilidad de que esté realístamente justificada, y que quizá se ha establecido un plan de trabajo demasiado exigente para las capacidades objetivas de esa persona. Hacer un plan de trabajo más progresivo, quizá más lento, pero adaptado a las capacidades objetivas y subjetivas del deportista. Reforzar de continuo los pequeños esfuerzos y avances, a través de una aproximación positiva sobre su entrenamiento y aprendizaje. Ayudar a reevaluar las “evidencias” y atribuciones en que apoya su falta de confianza, sacando conclusiones o interpretaciones alternativas a las de incapacidad.
“Creo que alcanzar el objetivo es responsabilidad mía” (el sentido individual de responsabilidad con los comportamientos necesarios y con el resultado).	Explicarle y mantener la atención sobre las relaciones entre las conductas que se le piden y los resultados esperados, reforzando así las atribuciones internas. Redefinir el objetivo de manera más personal (más tendente a la realización que al resultado), de forma que no sea fácilmente “fracasable”. Incrementar su conciencia de las consecuencias de ladear la responsabilidad, la pérdida de control sobre su actividad deportiva (y sobre su vida) que ello supone. Si la evasión de responsabilidad puede estar relacionada con la evitación del fracaso personal, es preciso cambiar el significado del fracaso, enseñándole a verlo y manejarlo de manera constructiva.
“Este objetivo es algo que merezco” (el sentido de autoestima y permisividad en relación con los comportamientos necesarios y con el resultado).	Además de hacerle consciente de su posible propio boicot, todo lo que permita aumentar su autoestima. El psicólogo y el entrenador tendrán que ser muy reforzantes con estos deportistas, no sólo por su trabajo y su progreso, sino enfatizando el aspecto del merecimiento.

mientras que en otros momentos el deportista puede estar suficiente o incluso sobradamente motivado, y la actuación del entrenador puede ser menos necesaria en este sentido.

3. *Asegurar que los aspectos que motivan al grupo estén en consonancia con los objetivos individuales para fortalecer el compromiso.* En aquellos deportes en los que existe la figura del jugador suplente, éste es un aspecto complejo

que se descuida con frecuencia. En todo caso, es fundamental que el entrenador apele de continuo al “egoísmo” del deportista y piense en términos de cómo conciliar y establecer un refuerzo mutuo entre las ventajas o beneficios del equipo y los de cada deportista en particular. Es preciso recordar y asumir que el “sacrificio” por el equipo sólo puede esperarse en la medida en que consigamos que el depor-

tista perciba algún tipo de beneficio personal (extrínseco o intrínseco) significativo.

4. *Tener presente la influencia de otras variables sobre la motivación. Por ejemplo, un deportista que parece no tener la “actitud” idónea ante una competición, lejos de falta de motivación puede estar evaluando ésta como muy estresante.* La intervención psicológica irá entonces encaminada al control del estrés, que una vez logrado permite una motivación más eficiente. Al mismo tiempo, cabría preguntarse en qué medida otras variables como la autoconfianza, las habilidades de control atencional o la percepción de una deficiente forma física están siendo principalmente responsables de la generación de un estrés inadecuado y un consecuente declive motivacional. La elección de aquellas variables específicas sobre las que en cada momento sería idóneo actuar es una de las exigencias más complicadas para los entrenadores, y requiere un conocimiento relativamente amplio de la estructura psicológica y de su interacción con otras dimensiones del rendimiento deportivo. En este punto puede resultar especialmente relevante el asesoramiento y la “mirada diagnóstica” del psicólogo del deporte.
5. *En la línea que se indica en el apartado dedicado al establecimiento de objetivos, trabajar por una motivación hacia objetivos a corto, medio y largo plazo.* En este sentido, se requerirá contemplar todos los aspectos que se han destacado como necesarios para lograr la máxima eficacia y eficiencia de los mismos.
6. *Muchos entrenadores han sido deportistas con anterioridad.* (García-Mas y Rivas, 2001). El cambio de rol conlleva una necesidad de adaptación que exige al entrenador flexibilidad para tomar medidas que no son siempre las que funcionaron cuando él competía. En ocasiones aparece una peligrosa tendencia a intentar lograr que el deportista haga las cosas como las hacía el entrenador, descuidando las tremendas diferencias individuales existentes y también las diferencias en la evolución del contexto.
7. *Mantener siempre una orientación hacia el rendimiento y la destreza de la ejecución que acompañe a la necesidad de resultados.* La consecución de retos al margen del resultado mantiene la percepción de mejora y utilidad del

trabajo realizado. Aunque los entrenadores suelen sentirse especialmente presionados hacia el logro de resultados, es preciso que mantengan una atención preferente y “no impulsiva” hacia las conductas específicas y rendimientos en la realización y ejecución de sus deportistas, a sabiendas de que no es posible (al menos de forma duradera) desarrollar otra forma de obtener buenos resultados.

8. *Hacer un análisis de las dificultades para poder anticiparlas y establecer alternativas de actuación.* Este análisis aporta al deportista una percepción de control que, directamente o a través de la repercusión sobre la autoconfianza, puede aumentar la calidad de la motivación hacia un evento deportivo.
9. *El mantenimiento de una alta exigencia puede conducir al deportista a un “agotamiento psicológico” que tiene también repercusiones físicas y afecta a la motivación en sentido negativo.* El manejo de las cargas psicológicas de los entrenamientos, en función además de la fase de la temporada, puede ayudar a que el deportista no se agote y alcance una motivación elevada y eficiente en los momentos necesarios. Se podrían evitar así síndromes incapacitantes como el de sobreentrenamiento y el de *burnout*.

Siguiendo a Andreas y Andreas (1991); Jara (1997, 2002), finalizamos este capítulo realizando una revisión acerca de algunos de los errores que las personas cometemos cuando nos motivamos; nos estamos refiriendo en este caso a procesos o patrones individuales, sin referencia al contenido, que la gente utiliza de forma automática y repetida, independientemente de cuál es la tarea o actividad a la que nos estemos motivando:

1. *El motivador negativo.* Algunas personas se motivan para hacer una actividad poco grata pensando en las consecuencias negativas que ocurrirían si no hacen algo. Sin embargo, pensar en cosas negativas es desagradable y generalmente no hace que la gente se motive con rapidez. Un estilo motivacional negativo puede ser muy eficaz para algunas personas y algunas tareas; en algunas situaciones es útil pensar en aquello que conviene evitar. Sin embargo, si alguien se motiva sólo pensando en qué evitar, aun cuando logre realizar las cosas, es probable que experimente mucha tensión y sensaciones desagradables. Por otra parte, cuando uno

se concentra en lo que está evitando, tal vez no se dé cuenta de que en algún caso se está dirigiendo a algo peor. A las personas que se motivan negativamente con mucha frecuencia puede resultarles muy útil agregarles motivaciones positivas, haciéndoles pensar en lo que desean más que en lo que no desean.

2. *El estilo motivacional "dictador"*. El dictador se motiva dándose órdenes mentalmente con un tono de voz áspero y desagradable. A menudo suenan dentro de su cabeza palabras como "tengo que", "debería" o "debes". Al igual que cuando ordenamos algo a los demás y experimentan una resistencia espontánea aun a sabiendas de que se les pide algo conveniente, cuando aplicamos este tipo de autoinstrucciones en nuestro diálogo interno experimentamos una resistencia y desagrado para hacer la tarea, sea cual sea ésta. Cuando las órdenes se cambian por invitaciones con voz agradable y estimulante, y más que los "debería" suenan los "será agradable", "será útil", etc., la gente puede motivarse con mayor facilidad.
3. *El estilo motivacional de "imagínate haciéndolo"*. Mucha gente piensa cómo es hacer una actividad en lugar de verla en su mente ya realizada. El problema de esta estrategia es que resulta muy útil para motivarse a iniciar actividades agradables, pero la motivación se hace muy difícil para todo lo que no sea inherentemente divertido. La solución es pensar en

la tarea ya terminada, y no en la desagradable experiencia de hacerla. Cuanto más desagradable sea la actividad, más agradable será haberla hecho ya y no tener que repetirla hasta dentro de algún tiempo. Además, es importante pensar qué cosa valiosa conlleva para uno el que la tarea esté concluida, porque visualizar de alguna manera ese valor facilita la motivación.

4. *El estilo abrumador*. Cuando alguien se siente abrumado, generalmente se muestra incapaz de comenzar una tarea y tiende a postergarla. Si un deportista piensa en todas las jornadas de entrenamiento que tendrá que acumular para llegar a esa competición dentro de algunos meses, probablemente se sentirá ante una masa de trabajo enorme y agotadora. A veces vemos algo tan grande que no sabemos por dónde empezar, y motivarse resulta muy difícil. Lo más apropiado en estos casos es "desmenuzar" la actividad. De esta forma, en lugar de tener una tarea abrumadora, tiene una serie de tareas más pequeñas, cada una de las cuales parece realizable y cuya conclusión nos acercará un poco más a esa meta positiva y atrayente. Este planteamiento referido a la experiencia subjetiva del individuo está directamente relacionado con alguna de las pautas básicas de un buen planteamiento de objetivos y, por tanto, al tipo de estrategias cognitivas coherentes con los planteamientos conductuales y situacionales.



# Factores sociales y psicológicos asociados a la realización de ejercicio físico

Enrique Garcés de los Fayos y Arturo Díaz Suárez

## OBJETIVOS

- Comprender los factores sociales y psicológicos que permiten conocer el origen y desarrollo de la práctica de actividad física y deportiva.
- Distinguir la importancia que cada factor psicológico y social posee diferencialmente sobre la persona que realiza actividad física y deportiva.
- Facilitar estrategias de evaluación relacionadas con los factores psicológicos y sociales que inciden en la realización de actividad física y deportiva.
- Establecer estrategias para el desarrollo de actividad física y deportiva, potenciando los aspectos psicológicos y sociales de la persona.
- Prevenir el abandono prematuro desde el conocimiento de las variables personales, familiares y sociales.

## 1. ALGUNOS ASPECTOS PARA LA COMPRESIÓN DE LOS FACTORES QUE ESTÁN EN EL ORIGEN Y MANTENIMIENTO DEL EJERCICIO FÍSICO

Uno de los temas más recurrentes en el contexto deportivo es la posibilidad de comprender cuáles son los factores que están en el origen y el mantenimiento de la realización de actividad física y deportiva. Comprender estos factores es de vital importancia, pues es lo que permite, entre otras cuestiones, diseñar y desarrollar estrategias de prevención con los que hacer abandono prematuro del deporte. Sin embargo, el proceso por el cual se llega a las razones que cualquier persona puede argumentar internamente para realizar una actividad, donde el ejercicio físico de la actividad deportiva es una más, no es fácil. En este capítulo, a pesar de los obstáculos lógicos, vamos a procurar

acercarnos a una realidad global, pues son diferentes los motivos que nos guían en su estudio (Tabla 12.1), si bien todos se complementan en el objetivo de llegar a dicho conocimiento global:

**Tabla 12.1.** Motivos que guían el estudio de los diferentes componentes relacionados con la realización y mantenimiento de la práctica deportiva.

Motivos de estudio
• Comprender de forma integral por qué se realiza deporte.
• Conocer la existencia de una influencia diferencial de los distintos factores asociados a la realización de práctica deportiva.
• Poder adaptar estrategias de evaluación idóneas para acceder al conocimiento de los factores asociados con la práctica deportiva.
• Diseñar estrategias de intervención que generen adherencia deportiva.
• Valorar propuestas de prevención para hacer frente al abandono deportivo.

- *Comprender de forma integral por qué se realiza deporte.* Una de las mejores formas de ofrecer ayuda al deportista en su intento de continuar en su práctica física y deportiva es llegando a comprender la mayor parte de los factores que pueden estar influyéndole, de manera positiva y negativa, en el desarrollo de esa práctica. En este sentido, los distintos profesionales del deporte (entrenadores, fisioterapeutas, preparadores físicos, médicos, nutricionistas, psicólogos del deporte...) deben procurar conocer las distintas áreas que confluyen en el origen y mantenimiento de la práctica deportiva, como actividad preferente en la vida de las personas que la realizan. Como se irá viendo, es la única forma de diseñar las estrategias cuya aplicación potencie la adherencia óptima a la práctica de actividad física y, en consecuencia, reduzca el abandono prematuro del deporte, de manera eficaz; así se pueden planificar estrategias que aborden las diferentes áreas vitales del sujeto y afrontar, de manera integral, las necesidades de las personas que participan en cualquier tipo de modalidad deportiva o de actividad física en general.
- *Conocer la existencia de una influencia diferencial de los distintos factores asociados a la realización de práctica deportiva.* Una vez que se conocen los distintos factores que configuran las variables que realmente tienen una incidencia clara en el origen y mantenimiento de la actividad física y deportiva, el siguiente paso es comprobar si los mismos influyen de forma diferencial en las personas, de tal forma que se pueda conocer el efecto, positivo y negativo, que tienen sobre la consecución de adherencia a la actividad deportiva o, por el contrario, el potencial deseo de abandonar dicha práctica. Siendo esta posibilidad cierta, este conocimiento debe permitir saber en qué componentes se ha de trabajar más cuando nuestros objetivos estén relacionados con el hecho de que las personas se encuentren bien en la actividad física y deportiva que realizan, no perdiendo el sentimiento de diversión que augura mayores posibilidades de adherencia, en la mayoría de los casos. Por otra parte, resulta especialmente importante saber si algún grupo de factores tiene más importancia para dichas personas (de manera individual o grupal), de tal forma que también condicionen el trabajo de los diferentes técnicos deportivos a la hora de diseñar, programar, desarrollar, asesorar o entrenar, en función de cada realidad específica.
- *Poder adaptar estrategias de evaluación idóneas para acceder al conocimiento de los factores asociados con la práctica deportiva.* En cualquier situación, relacionada con la actividad física y deportiva, es necesario decidir cuáles serán las estrategias de evaluación que mejor se adaptan a las necesidades de análisis concretas, en función de las variables que estén influyendo en el desarrollo de dicha actividad (o, al menos, en función de las principales variables que estén incidiendo). Por esta razón, cualquier estudio global de la conducta relacionada con la actividad física y deportiva requerirá una selección precisa de las técnicas de evaluación, logrando de esta forma evitar el error de evaluar con instrumentos generales aspectos que son claramente específicos. De hecho, el resto de objetivos que se están analizando se lograrán si la articulación del proceso evaluativo ha sido eficaz y eficiente; eficacia y eficiencia que parten de la especificidad a la que se está haciendo referencia.
- *Diseñar estrategias de intervención que generen la adherencia deportiva.* Uno de los objetivos fundamentales de cualquier profesional deportivo será lograr que las personas que practican actividad física y deportiva se adhieran cada vez más a la misma consiguiendo, de esta forma, que se logren sus objetivos de salud, de diversión, de mejora del tono físico, competitivos, etc. En tanto que uno de los mayores fracasos en el desarrollo de los programas de actividad física y deportiva es la poca adherencia a los mismos, habrá que conocer en profundidad los diferentes componentes (familiares, personales, deportivos...) que influyen en las personas practicantes, para lograr que dicha adherencia aumente, previniendo en consecuencia el abandono de la práctica de ejercicio, aspecto que se podrá lograr diseñando estrategias específicas para la consecución de este objetivo, pero siempre apoyadas en dichos componentes, desde un enfoque claramente integral de la concepción de la práctica deportiva.
- *Valorar propuestas de prevención para hacer frente al abandono deportivo.* Paralelamente a lo anterior, otro aspecto que se deberá contemplar es la propuesta de estrategias de prevención del abandono deportivo, por ser éste,

sin duda, uno de los mayores problemas con los que se ha de enfrentar el técnico deportivo. Las causas de este abandono, que son tratadas específicamente en otro capítulo de este libro, son de diversa índole; sin embargo, la falta de adherencia, aspectos personales concretos, negativas relaciones familiares, sociales o específicas con el entrenador, están muchas veces en el origen de dicho abandono prematuro. Desde esta perspectiva, el problema detectado en el diseño de muchos programas de actividad física y deportiva es, precisamente, no haber considerado dicha casuística, lo que impide generar estrategias de prevención acordes a cada realidad o, por lo menos, suficientemente adaptadas a dicha realidad. Con el fin de evitar que ocurra esto, la evaluación previa de las distintas variables que pueden causar abandono, permitirá que cualquier actuación preventiva reduzca los índices de frecuencia del mismo.

Partiendo de lo expuesto anteriormente, nuestra principal propuesta en este capítulo consiste en profundizar en el análisis de tres bloques de variables diferenciados, al tiempo que complementarios, que consideramos esenciales para comprender tanto la adherencia como el abandono prematuro de la práctica deportiva, así como la esencia que ha de tenerse presente en el desarrollo de cualquier actividad física, lúdica, competitiva o relacionada con la salud. Estos tres bloques son los siguientes:

- *Variables personales.* Los componentes relacionados con la propia personalidad del individuo que practica deporte suelen ser los que, con más evidencia, explican en gran medida los comportamientos que están asociados a dicha práctica, tanto desde la perspectiva del aumento de la motivación hacia la misma, como desde la disminución de la ilusión por seguir realizándola, aumentando la adherencia o la propensión al abandono, respectivamente. Desde este planteamiento, y procurando no entrar en colisión con aquellos factores que por su entidad se analizan en otros capítulos (véase a este respecto el relacionado con motivación, por ejemplo), procuraremos estudiar aquellas variables que, siendo propias de la persona que realiza deporte, pueden permitir cierta generalización en el desarrollo de comportamientos similares en grupos poblacionales que comparten objetivos deportivos. Asimismo, no olvidamos otras cuestiones, de tipo más íntimo, que interaccionan con dichas varia-

bles de personalidad. En este caso, no se trata propiamente de las características del sujeto, pero sí de variables que perteneciendo al ámbito más privado de la persona, pueden considerarse con el mismo objetivo que se citaba anteriormente: procurar propuestas generalistas de comprensión que incidan, posteriormente, entre otras cuestiones, en el diseño y desarrollo de programas de actividad física y deportiva que influyan en la mejora del rendimiento, o en el aumento de la adherencia, o en la disminución del abandono.

- *Variables familiares.* El siguiente plano vital que interesa conocer de cualquier persona que realiza actividad física y deportiva está relacionado con la familia. En este sentido, sí queremos centrarnos sobre todo en el entorno familiar del deportista joven, ya que el tratamiento en el caso del adulto varía considerablemente. En este segundo caso, nos encontramos ante personas adultas que al abordar los factores familiares que están incidiendo en su práctica deportiva entroncan directamente con los aspectos personales a los que hacíamos referencia en el apartado anterior, por lo que con el fin de no complicar ambos bloques de contenidos son analizados en aquél. Sin embargo, en el caso de los jóvenes (tanto si se trata de influencias positivas como negativas) nos encontramos con componentes que son, principalmente, externos a los de carácter personal, si bien, como luego especificamos, la confluencia entre grupos de variables es evidente. Por todo lo anterior, en este apartado predominará el análisis de los factores familiares que están influyendo en el joven practicante de actividad física y deportiva, en la búsqueda de patrones generales de comportamiento que expliquen las actitudes hacia el deporte en estos jóvenes, pero insistiendo en la interacción continua entre los diferentes bloques de variables que afectan a la persona que realiza actividad física y deportiva (personales, familiares y sociales).
- *Variables sociales.* Por último, el entorno social de la persona que practica actividad física y deportiva es otro contexto que no podemos obviar en el estudio de las variables que, desde una perspectiva global, están influyendo en los comportamientos deportivos de estas personas. Así, contextos facilitadores o poco reforzantes en cuanto a realización deportiva provocarán

diferentes índices de participación; también los grupos de amigos o compañeros, en función de que el ambiente sea favorecedor del deporte o no, incidirán en la persona que practica... En definitiva, con este último bloque de contenidos pretendemos conocer las distintas variables sociales que, unidas a las personales y familiares, provocan una mayor adherencia o incidencia de abandono, en las personas que hacen actividad física y deportiva. Este conocimiento permitirá saber cuáles son los factores que han de considerarse cuando se procure el diseño y desarrollo de programas de práctica de ejercicio físico, así como de optimización y generalización de los mismos o de prevención de los factores negativos (como el abandono) que podemos encontrar en su desarrollo.

Como se puede apreciar se han “olvidado” dos grupos de componentes muy significativos: por una parte, los motivacionales, que aunque podríamos considerar los de índole personal, presentan un amplio cuerpo de contenidos (Jara, 2002; Dosil, 2004), que son abordados en un capítulo específico de este libro, y por tanto incluirlos aquí nos haría caer en redundancias innecesarias; por otra parte, estarían los factores de índole deportivo que, siempre relacionados con los componentes sociales, familiares y personales, también abarcan una amplia dedicación en este libro. Con el fin de no solapar conocimientos, y pretendiendo aportar claridad a los que se van planteando, los tres grupos anteriores de variables tienen la suficiente importancia como para tratarlos con detenimiento a lo largo de los siguientes apartados. Si bien debemos tener en cuenta que a la hora de estudiar el comportamiento de una persona que practica deporte se ha de contemplar desde una visión general del mismo, lo que conlleva el estudio integral de todos los grupos de componentes que están influyendo en su desarrollo. Sólo una perspectiva de claridad didáctica justifica que los abordemos de manera diferencial.

## 2. COMPONENTES PERSONALES RELACIONADOS CON LA PRÁCTICA DE EJERCICIO FÍSICO

En el ámbito deportivo el mayor interés se ha centrado en el estudio de la personalidad como base para lograr un “perfil óptimo” del deportista de éxito. Esta búsqueda, que no ha deparado grandes hallazgos, sí

ha permitido conocer algunas de las variables que se han de tener en cuenta cuando se piensa en un deportista (desde el que compite profesionalmente hasta el que lo hace por diversión o salud). Apoyándonos en trabajos como los de Márquez (2004), Pérez, López y Garcés de Los Fayos (2002); Weinberg y Gould (1996); Williams (1991), podemos analizar algunas pautas de comportamiento —asociadas a aspectos personales diferenciales— que están presentes en la realización de actividad física y deportiva, a veces potenciando las actitudes positivas hacia esta práctica, mejorando en consecuencia la adherencia; y otra veces, en cambio, dificultando la adherencia a la misma y haciéndose más patente la propensión a un abandono no deseado del deporte. Las pautas a las que hacemos referencia son las que podemos consultar en la Tabla 12.2.

**Tabla 12.2.** Variables de personalidad que influyen en la realización de actividad física y deportiva.

Variables de personalidad
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivel de confianza.</li> <li>• Capacidad de concentración.</li> <li>• Presencia de ansiedad.</li> <li>• Habilidad para afrontar y enmendar errores.</li> <li>• Estado mental óptimo.</li> <li>• Incidencia de los componentes ambientales en la propia personalidad.</li> <li>• Motivación.</li> <li>• Nivel de independencia.</li> </ul>

A continuación se van a ir describiendo y analizando cada una de ellas, tanto desde el intento de comprenderlas adecuadamente, como de conocer su influencia específica en el desarrollo deportivo:

- *Nivel de confianza.* Esta variable es de las más relevantes a la hora de comprender cómo se incide en el desarrollo deportivo de una persona, ya que el hecho de confiar o no en las propias posibilidades va a suponer, entre otras cuestiones, planteamientos como si merece la pena continuar con la práctica deportiva o no. En este sentido, podemos observar aspectos relacionados con la confianza en el propio esfuerzo (en la capacidad para superar ejercicios determinados), en la mejora del rendimiento (centrado fundamentalmente en mejoras tangibles del mismo), en la superación de problemas concretos (asociados con la realización de actividad física y deportiva), o en la consecución de resultados (primando, en esta ocasión, por encima de aspectos más técnicos o de rendi-

miento). En cualquier caso, y atendiendo a la realidad deportiva de cada persona, el nivel de confianza que refleje será, sin duda, un indicador de cómo se encuentra practicando deporte y, sobre todo, las posibilidades reales que tiene de alcanzar los objetivos planteados que, en definitiva, son los que provocan la satisfacción que conduce al mantenimiento en el mismo.

- *Capacidad de concentración.* Cualquier actividad deportiva exige elevados niveles de concentración en el aprendizaje de la técnica concreta y de su procedimiento, así como en su evolución y mejora. Por otra parte, y en función de los objetivos lúdicos, de salud o competitivos que lleven a la persona a realizar una actividad física concreta, también deberá desarrollar habilidades relacionadas con la atención y concentración con el desarrollo físico que ejercita, así como con el control de las variables psicológicas, sociales o familiares que puedan incidir en contra de la actividad deportiva. Por último, y fundamentalmente cuando se trata de deporte competitivo, también será necesario entrenar las capacidades de atención y concentración, con el fin de conseguir potenciar al máximo el rendimiento que se quiere lograr. Independientemente de que sean habilidades que se pueden entrenar, y en consecuencia desarrollar, las características personales de cada individuo influirán en disponer de un determinado nivel en cuanto a las capacidades de concentración, logrando de esta forma una mejor adaptación psicológica al hecho deportivo concreto que se vaya a desarrollar.
- *Presencia de ansiedad.* Cuando el desarrollo de la actividad física y deportiva se enmarca en el evento competitivo (es decir, cuando se practica deporte para participar en competiciones regladas), un factor de personalidad que puede aparecer con cierta frecuencia es la ansiedad relacionada con la competición. En muchos casos se trata de ansiedad estado (relacionada directamente con el hecho competitivo específico) y, por tanto, no guarda una asociación directa con la personalidad del sujeto. Sin embargo, en muchas ocasiones, aun no siendo una característica propia de personalidad, sí se puede apreciar un patrón de comportamiento general, que incita a pensar que éste pueda hacer de facilitador en la aparición de la misma. Junto a los anteriores casos existe

otro grupo, más pequeño, que sí tiene características de personalidad claramente vinculadas a las sensaciones de ansiedad (ansiedad rasgo). En cualquiera de estos casos, el hecho competitivo tiene la suficiente importancia e impacto emocional, por lo que no es extraño que aparezca la ansiedad competitiva, que “inutiliza” buena parte de los esfuerzos físicos y técnicos para desarrollar adecuadamente la práctica deportiva. Por otra parte, también se pueden apreciar diferentes momentos en el padecimiento de la misma: antes, durante o después de la competición (ansiedad precompetitiva, competitiva o postcompetitiva), produciendo efectos psicológicos independientes, aunque complementarios, a lo largo de la competición realizada, que se orientan, en cualquier caso, al aumento de los niveles de ansiedad. Finalmente, la presencia de ansiedad también se encuentra en aquellos casos en los que, a pesar de no existir competición, la persona ha puesto como medio para conseguir determinados objetivos (importantes para ella) la práctica de actividad física y deportiva.

- *Habilidad para afrontar y enmendar errores.* El desarrollo de la actividad deportiva conlleva, en cierta medida, un continuo aprendizaje basado en la corrección de errores (técnicos, físicos, tácticos y psicológicos), que permiten ir desarrollando una actividad cada vez más idónea con los objetivos planteados. Aquellas personas que, en general, presentan un patrón de personalidad basado en la capacidad para corregir errores con eficacia, también serán hábiles en la solución de los problemas que les pueda generar el deporte. En estos casos podemos comprobar cómo sienten la necesidad de superación continua, no se rinden ante adversidades aparentemente de gran importancia, buscan alternativas a su situación deportiva, saben que la evolución es un proyecto a largo plazo y, sobre todo, planifican los objetivos de rendimiento y de resultado acordes a su realidad. Se caracterizan por su gran capacidad de análisis (definición del problema, estudio de las causas que han conducido al error, comparación con situaciones similares y análisis de las propuestas de solución utilizadas entonces, planteamiento de diferentes propuestas de solución, contraste de los efectos positivos y negativos de cada alternativa de solución, y desarrollo

de la solución concreta). Por esta razón, estas personas son capaces de generar una adherencia a la práctica de actividad física y deportiva mayor, previniendo de manera altamente eficaz la posibilidad de que aparezcan tendencias hacia un abandono prematuro del deporte.

- *Estado mental óptimo.* Tanto si nos encontramos ante personas que practican deporte desde un planteamiento competitivo, como si estamos ante individuos que lo hacen desde una perspectiva de ocio y tiempo libre, deben encontrarse con un estado psicológico óptimo (se requiere que ante el esfuerzo físico que se va a realizar, psicológicamente se esté orientado completamente a la realización del mismo). Evidentemente, este estado óptimo se puede entrenar, pero también es cierto que existen personas que se caracterizan por ser capaces de lograrlo de forma inmediata, como si estuvieran condicionando dicho estado a la realización de la práctica deportiva. En este sentido, ser capaz de “dejar los problemas a un lado”, abandonar durante el tiempo de la práctica deportiva las preocupaciones propias del trabajo o los estudios, buscar la actividad física como momento libre de cualquier incidencia estresante o, en definitiva, encontrar en la actividad deportiva la diversión que siempre ha de estar presente en la realización de la misma, son aspectos que caracterizan a las personas que son capaces de llegar con un estado mental óptimo al desarrollo de la actividad deportiva, que además pueden potenciarlo si lo someten a un entrenamiento continuado.
- *Incidencia de los componentes ambientales en la propia personalidad.* Otra variable que se ha de contemplar a la hora de comprender el desarrollo deportivo de la persona que practica actividad física, es la que hace referencia a cómo los aspectos ambientales influyen en la personalidad del individuo. En este caso, a pesar de que se hace referencia a variables externas, se está propiamente ante un componente personal, pues de hecho la característica singular en este caso se encuentra en la forma en cómo cada persona “se predispone” a los acontecimientos externos como, por ejemplo, los estresores laborales o escolares, los conflictos familiares o de pareja, o los problemas con amigos o compañeros, entre otros. Lógicamente, afrontar este tipo de factores de manera positiva o negativa está

mediado por el patrón de personalidad habitual del sujeto que, lógicamente, también incidirá en su actividad deportiva, ya que controlar más o menos este tipo de situaciones hará que pueda estar concentrado en su actividad física de manera idónea o no. Por otra parte, esta forma habitual de interactuar ante los acontecimientos ambientales también aportará datos acerca de qué se ha de esperar de situaciones propiamente relacionadas con el deporte (competiciones, disponer de las instalaciones o del material, la participación de los compañeros habituales, que se suspenda el entrenamiento...), en cuanto a cómo los valorará y, sobre todo, cómo los vivirá cada persona, sabiendo si es previsible que se sientan con tranquilidad, con ansiedad, con motivación, etc.

- *Motivación.* Sin duda la motivación es un factor personal determinante en la evolución deportiva de la persona. En general, estar más o menos motivado por hacer deporte es obvio que influirá en cómo se conciba el mismo pero, además, hay que atender a una serie de aspectos relacionados con la motivación que nos permiten comprender mejor los componentes motivacionales que están incidiendo. Aunque el análisis de la motivación en la persona que practica deporte se aborda en otro capítulo, sí procede analizar, de manera somera, algunos de estos componentes. Por ejemplo, uno de los principales componentes motivacionales que influyen en la mayor o menor adherencia a la práctica deportiva son las razones que llevan a la persona a mantenerse en el deporte (salud, diversión, competir, estar con personas significativas, conocer nuevas personas...). Estas razones que son características propias en cada uno de los individuos, están mediatizadas por el patrón de personalidad predominante. Otro aspecto motivacional importante es la orientación motivacional; en este caso, nos referimos al hecho de que la motivación sea extrínseca o intrínseca: en el primer caso, la influencia de lo que ocurre fuera de la persona, las atribuciones externas que entran en juego, los acontecimientos que inciden en el desarrollo deportivo, en el rendimiento y en los resultados, son algunos de los aspectos que están condicionando esta “motivación externa”; en el segundo caso, nos referimos al potencial motivador que internamente desarrolla la persona, de tal suerte que

son los factores positivos y negativos, que ocurren como consecuencia de las propias decisiones, las que dan lugar al aumento del “tono motivacional” del sujeto. Por último, un factor estrechamente relacionado con la motivación es el establecimiento de objetivos: en función de cómo sea la planificación que de los objetivos a lograr se plantee cada persona los resultados variarán, y la motivación aumentará o disminuirá, en consecuencia; aspectos tales como claridad en los objetivos, establecimientos de metas con cierta dificultad pero alcanzables, o elaborar objetivos que suponen un reto, entre otros, son algunos de los aspectos que incidirán en la forma de fluir de los componentes motivacionales asociados.

- *Nivel de independencia.* El deporte, independientemente de su modalidad, siempre ha estado asociado a un determinado nivel de independencia (parece claro que la persona que decide practicar actividad física y deportiva puede permitirse realizarla, a cambio del coste personal, familiar, social e, incluso, económico, que pueda suponer). Este coste caracteriza dicha independencia que, sin duda, en caso de ser muy significativa, supondrá un afrontamiento más adaptado ante las situaciones problemáticas que puedan ocurrir. Sin embargo, otras personas, que mantienen relaciones más dependientes y, en consecuencia, no presentan la independencia que permite dicho afrontamiento, tendrán mayores dificultades cuando deban solucionar problemas propios o ajenos al deporte, pero que influyen en éste. Por esta razón es tan importante analizar y comprender el nivel de independencia que presenta cada persona, con el fin de saber cómo influye en el desarrollo deportivo. Parece que a mayor nivel de independencia mayor adherencia a la práctica física y deportiva, si bien no podemos olvidar que esta influencia estará condicionada por otros factores (personales, familiares y sociales), ya que el impacto de la influencia será conjunto de varios aspectos, tal y como se viene describiendo. Por otro lado, también es importante tener en cuenta que la variable independencia es en sí misma valiosa, al margen del contexto en el que nos encontremos y, en consecuencia, debe ser potenciada sobre todo en los ámbitos donde estén los deportistas más jóvenes.

Seguro que existen otras variables de personalidad que pueden estar influyendo en el desarrollo de la práctica de actividad física y deportiva; sin embargo, se ha querido ser riguroso con las seleccionadas, para que las mismas lo fueran en función de criterios meramente científicos; es decir, que otros autores, como los citados, las hayan investigado y hayan propuesto el análisis de dicha incidencia. Sin duda, el estudio de este bloque de contenidos no acaba aquí, y serán necesarias nuevas investigaciones que faciliten comprender de una manera aún más global cómo la personalidad intercede en el desarrollo deportivo de las personas, esperando poder aportar claridad en la comprensión global del desarrollo de la práctica deportiva.

### 3. INFLUENCIA DE LOS FACTORES FAMILIARES QUE INCIDEN EN LA REALIZACIÓN DE ACTIVIDAD FÍSICA

Junto a las variables personales que se han descrito en el apartado anterior, las familiares suelen aparecer como factores que influyen directamente en la persona que practica actividad física y deportiva, tanto como motivadores hacia la misma y, en consecuencia, facilitadores de unos hábitos positivos o negativos, en el sentido de que puedan suponer dificultades para lograr adherir a la práctica deportiva y, por tanto, conducir al abandono. Es la familia el entorno inmediato de la persona y, de ahí, la relevancia que tiene a la hora de influir en cualquier comportamiento humano, incluyendo la práctica de actividad física y deportiva.

Siguiendo a Boixaidós *et al.* (1998); Gimeno (2000); Gordillo (2000); García Mas (2001); Olmedilla *et al.* (2003), existen una serie de variables relacionadas con los familiares más cercanos al deportista (sobre todo madre y padre), que pueden convertirse en determinantes para el aumento o la disminución del interés por la práctica deportiva, sin olvidar que otras personas (como los hermanos) también incidirán en el tipo de práctica deportiva desarrollada (Tabla 12.3).

- *Aprendizaje social.* Tal como sea el aprendizaje que la persona practicante de actividad física y deportiva haya recibido de su ambiente (el más inmediato es el familiar, pero también el de otros contextos), así serán las actitudes que presente ante el deporte. Si ha aprendido en relación a un estilo de comportamiento basado en la

**Tabla 12.3.** Variables familiares que influyen en el desarrollo de la práctica deportiva.

Variables familiares
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprendizaje social.</li> <li>• Orientación deportiva.</li> <li>• Calidad de la experiencia deportiva.</li> <li>• Atrapamiento.</li> <li>• Estilo de vida saludable de la familia.</li> <li>• Calidad de la comunicación.</li> <li>• Estilo de vida en el tránsito a la adolescencia.</li> <li>• Información y formación de los padres.</li> <li>• Emocionabilidad expresada.</li> </ul>

sinceridad, la honestidad y el “hacer positivo”, el patrón conductual que se observará durante la práctica de actividad física y deportiva se caracterizará por el juego limpio o la ausencia de agresiones. Si en su contexto familiar (y en otros también significativos) se ha potenciado el liderazgo y el trabajo en equipo, su actitud en el deporte vendrá marcada por aspectos tales como la consolidación de la cohesión de grupo y el ejercicio de un liderazgo facilitador. Sin embargo, si la persona ha adquirido aprendizajes negativos en esos mismos contextos (donde haya podido predominar la competitividad mal entendida, la ausencia de consideración hacia el compañero, los malos modos y agresiones, la negativa gestión de conflictos, la falta de respeto, o la realización de “trampas”, entre otros factores), lo habitual será encontrar practicantes de actividad física y deportiva que repiten dichos comportamientos también en este ámbito. Por esta razón, es importante conocer qué tipo de aprendizaje social, principalmente en el marco familiar más inmediato, ha tenido la persona para comprender cuál es su patrón de conducta cuando realiza deporte.

- *Orientación deportiva.* Una variable que siempre está presente en el intento de comprender cuál es el desarrollo de la actividad física y deportiva es la orientación que la persona tiene hacia la misma. Esta orientación, sin duda, está muy condicionada por el entorno familiar. Así, no es lo mismo estar orientado a la competición (donde predominan intereses altamente “profesionales” en todo lo referente a entrenamiento, competición, patrocinio, rendimiento, resultados, etc.), que estar orientado hacia el aprendizaje técnico (donde lo que más influye es la consecución de objetivos de rendimiento y desarrollo meramente técnico incluyendo, en

la mayoría de los casos, los objetivos de tipo físico). Pero, además, no supone el mismo compromiso si la orientación es hacia la diversión (donde podemos garantizar la adherencia mientras el componente de ocio y la sensación de pasarlo bien se mantenga) o hacia la salud (en la que el principal objetivo es mejorar las condiciones de salud bien desde su perspectiva terapéutica como desde un planteamiento más preventivo). En definitiva, y muy en sintonía con los componentes motivacionales y de satisfacción de la práctica deportiva, se trata de conocer qué orienta, qué facilita, al sujeto a tomar la decisión de realizar y, sobre todo, de mantenerse en dicha práctica, ya que serán las razones que describan esta orientación la que nos permitirán comprender por qué una persona se adhiere más a la práctica física y deportiva o, por el contrario, piensa en abandonar la misma. Así, para que el estudio de esta variable sea completo, se requiere también conocer qué personas del contexto familiar influyen en la orientación que el individuo adopta ante la práctica deportiva ya que, en este caso, podemos intuir (y probablemente conocer) otro tipo de variables también muy relevantes como, por ejemplo, el clima familiar, la importancia de los adultos en el joven, o el grupo familiar más amplio, logrando entonces una comprensión mucho más precisa de este factor familiar.

- *Calidad de la experiencia deportiva.* Un componente que se ha demostrado tremendamente eficaz en el desarrollo deportivo posterior de las personas practicantes es la calidad de la experiencia deportiva de la familia. Cómo viva el deporte la familia, cómo lo interiorice, qué actitudes presenten ante la realización de deporte, o ante su observación (como espectadores), son algunos de los aspectos que condicionan la calidad de la experiencia deportiva, en el sentido de que cuando una persona desde pequeño observa la práctica de actividad física y deportiva en su entorno familiar como algo positivo utilizado como medio de diversión o de salud, o con un planteamiento competitivo razonable, entre otros, su percepción posterior estará en sintonía con lo observado. Sin embargo, cuando el ambiente familiar que rodea al deporte es el de “simples” seguidores de un equipo, donde los principios deportivos pasan a un segundo plano, en el que los resultados justifican cualquier fin

(incluso violento), o se utilizan comportamientos agresivos como consecuencia de desavenencias relacionadas con el deporte, lo que se está transmitiendo es una calidad ínfima de la experiencia deportiva y, en consecuencia, no es esperable personas que practiquen actividad física y deportiva de forma positiva. El concepto de calidad de la experiencia deportiva incide en el hecho de cómo se hace deporte y en cómo se percibe y entiende el deporte. En el primer caso la influencia es mayor, pues estamos ante práctica directa de los miembros familiares, pero no debemos infravalorar la importancia que tiene el modo en que se observa y se sigue el deporte, pues también proporciona a los miembros que configuran la familia una forma diferenciada de “vivir” el acontecimiento deportivo. Lo ideal es conseguir no transmitir el aspecto de aficionado que sólo entiende la excelencia desde la consecución de resultados y no desde la mejora del rendimiento o el disfrute personal.

- *Atrapamiento.* El atrapamiento es un fenómeno que se observa en familias en las que un miembro joven (niño o adolescente) practica deporte con un nivel competitivo que podemos considerar elevado. Dicho fenómeno consiste en vincular la vida de los demás al miembro “estrella”, de tal forma que todos ven afectados sus ritmos habituales en función de lo que vaya aconteciendo con el deportista. Pero el atrapamiento no sólo influye en los planos vitales relacionados con el trabajo, las amistades, el ocio... de los demás, sino que también va a incidir en las relaciones personales que se establecen con el deportista, de tal forma que el afecto, las emociones o los sentimientos varían en tanto se modifica la realidad deportiva del joven. Quizás el mayor problema de este fenómeno es que la vida del conjunto familiar está en función de las necesidades que el niño o adolescente presenta en el contexto deportivo, decayendo de forma significativa la importancia de lo que suceda en otras áreas vitales. Como puede preverse, cuando el desarrollo deportivo es positivo las relaciones familiares son “mejores” y el atrapamiento aumenta, en forma de adicción no deseable. Sin embargo, si los resultados deportivos impiden una mejor evolución del deportista, la familia puede comenzar a “desintegrarse”, en tanto que los aspectos que unen a sus miembros van desapareciendo. El atrapa-

miento puede considerarse una variable continua, pudiéndose observar diferentes niveles de presencia en cada familia atrapada. A mayor nivel de atrapamiento, en general, es esperable mayor grado de problemática futura, cuando el deporte deje de ser el eje central de la convivencia entre los miembros del núcleo familiar.

- *Estilo de vida saludable de la familia.* Con independencia de que los miembros de la familia practiquen deporte (aunque el hecho de realizarlo va a incidir de manera evidente), que en la misma se observen hábitos saludables va a influir directamente en la realización de actividad física y deportiva, ya que cuando los niños desde muy pequeños comprueban que en su casa el estilo de vida relacionado con los hábitos de alimentación, de descanso e, incluso, deportivos, son muy cuidados y, sobre todo, con una importancia que se manifiesta y se demuestra sistemáticamente, conforme vayan creciendo serán personas que desearán hacer deporte como complemento ideal a los estilos saludables que observan en casa. A partir de este inicio saludable, otros componentes como la diversión, el conocimiento de nuevas personas o la satisfacción de competir en un marco deportivo razonable, entre otros aspectos, supondrán una influencia segura en el aumento de la adherencia y, como consecuencia, en el mantenimiento con el paso del tiempo de la actividad física como un hábito necesario más en el devenir vital de cada persona. Aunque existirán otros factores sociales que pueden potenciar o disminuir la relevancia de esta variable familiar, lo que los miembros de la familia perciban de su entorno permitirá que la calidad de la práctica deportiva aumente o disminuya, según el caso.
- *Calidad de la comunicación.* En cualquier proceso personal (por lo tanto también en el familiar) la comunicación se presenta como un componente clave en el desarrollo que las relaciones puedan establecer. En el caso del entorno familiar, la comunicación supone la canalización no sólo de la información que transcurre entre los miembros sino, sobre todo —y mucho más importante—, los sentimientos y emociones que cada persona presenta. En este sentido, la apertura o no en cuanto a la posibilidad de manifestar emociones y sentimientos supone que entre los miembros de la familia exista un determinado nivel de confianza. Estos aspec-

tos “internos” de cada persona se muestran en los procesos comunicacionales, a través de lo que se dice y de lo que no se dice (comunicación verbal y no verbal) y, en consecuencia, se puede observar, y lo más importante, sentir, qué calidad existe en dichos procesos. El deporte no es ajeno a esta relación comunicativa y es claro que cuando los miembros pueden transmitir con confianza lo que piensan o sienten sobre el desarrollo de la práctica físico-deportiva, será más fácil detectar problemas (que pueden solucionarse), conflictos (en los que haya que intervenir por parte de algún miembro de la familia), deseos (y ajuste consecuente de expectativas) o emociones sentidas (y en la medida de lo posible compartidas por otros miembros familiares). Cuidar los aspectos comunicativos tendrá tanta influencia en la práctica deportiva como puede tener el adecuado ajuste existente en cuanto a los hábitos saludables que se analizaban en el apartado anterior.

- *Estilo de vida en el tránsito a la adolescencia.* Es evidente que el tránsito a la adolescencia (proceso especialmente complicado por las vivencias y dificultades de adaptación que la mayoría de jóvenes afronta) es un proceso personal. Pero también es un hecho constatable que la familia puede facilitar dicho tránsito. En el caso del deporte podemos encontrar varias situaciones. Así, hay deportistas que iniciaron su actividad deportiva muy jóvenes y al llegar a la adolescencia abandonan; también podemos encontrar niños que tras varios años realizando deporte se consolidan en esta actividad al llegar a la adolescencia; incluso existen adolescentes que se acercan al deporte justo en estas edades. Lo que es evidente es que en cualquiera de los casos mencionados la familia es un soporte de apoyo fundamental, por lo que si se logra servir verdaderamente de apoyo al adolescente las probabilidades de que encuentre en la actividad física y deportiva un hábito que encaje en su nueva situación vital serán mayores. Para conseguir este efecto habrá que escuchar al adolescente, saber qué motivos le pueden impulsar a abandonar o a mantener su práctica deportiva, conocer qué intereses vitales predominan en su vida, etc., de tal forma que los familiares (padres fundamentalmente) sepan cómo actuar ante los cambios evidentes que se avecinen.
- *Información y formación de los padres.* No podemos asegurar que a mayor formación e información de los padres mayor posibilidad hay de que los hijos practiquen deporte. Tampoco podemos afirmar que cuanto más formación e información exista sobre deporte en el entorno familiar más probabilidades hay de que aumente la práctica deportiva. Sin embargo, sí parece evidente que cuando los padres se preocupan por informarse y formarse en cualquier temática (hábitos saludables, ritmos de descanso, comportamientos sexuales, conocimiento sobre las drogas, etc.) procuran, a continuación, transmitir dicha información y formación a los hijos con el fin de intentar que adquieran conductas acordes con un desarrollo positivo. Específicamente, con el deporte pasa algo similar, ya que cuando los padres adquieren información sobre los factores positivos asociados a la práctica deportiva e, incluso, cuando se forman en materias relacionadas con la actividad física y deportiva, intentan transmitir dicha información y formación a sus hijos, pues parten del convencimiento de que una práctica deportiva bien diseñada y desarrollada no sólo incide en un bienestar físico y psicológico concreto, sino que además influye en la prevención de conductas negativas que interfieren la evolución integral del joven. Desde este planteamiento, podemos considerar que dicho conocimiento sobre lo que supone el deporte, por parte de los padres (e inmediatamente por parte de toda la familia), es una variable del entorno familiar que influye con claridad en el desarrollo posterior de la práctica deportiva, aumentando la adherencia o la propensión al abandono.
- *Emocionabilidad expresada.* Finalmente, las familias que se han educado en una expresión amplia de las emociones, tanto si éstas son positivas como si son negativas, al igual que pasaba con la comunicación, van a incidir en el tipo de desarrollo deportivo que mantengan sus miembros. En este sentido, no es tan relevante que la expresión sea mayor o menor, sino la calidad de la misma. En el caso de las emociones negativas, el efecto adverso es más que evidente, pues el descontrol emocional que se transmite (en este caso a los hijos) influye en comportamientos negativos por parte de éstos, como el retraimiento, la agresividad... Por otra

parte, la expresión de las emociones positivas en general es bueno para el individuo que las expresa, si bien es cierto que a veces depende de cómo sean tratadas dichas emociones por el receptor (manipulándolas, cuestionándolas, infravalorándolas...) puede ocasionar sensaciones de frustración realmente importantes. Desde estos planteamientos, el objetivo por parte de la familia es el de crear un entorno que facilite la expresión de las emociones, de forma positiva, sabiendo todos los miembros que éstas serán comprendidas con respeto. Cuando tenemos personas que se desarrollan en ambientes de este tipo, habilidades como la escucha activa, la asertividad o la empatía aparecen de forma más que evidente. Aspectos todos ellos que en el ámbito de la actividad física y deportiva serán de gran importancia, ya que permiten afrontar los diferentes problemas con un sentido práctico y positivo, mucho mayor que cuando no se poseen dichas habilidades.

Las anteriores son las principales variables que se han considerado a la hora de estudiar la influencia familiar en los deportistas. Probablemente serán más los factores que estén incidiendo, pero los analizados pueden explicar adecuadamente por qué una persona que practica actividad física y deportiva se adhiere o abandona el deporte o, al menos, cómo interactúa con otras variables de tipo personal o social, provocando un determinado resultado en el deportista.

#### 4. FACTORES SOCIALES IMPLICADOS EN LA PRÁCTICA DE EJERCICIO

Finalmente, en el marco del análisis que estamos efectuando acerca de la influencia que las distintas variables tienen en el desarrollo deportivo de la persona, procede ahondar en el componente social, es decir, en aquellas variables que son más externas al individuo pero que, sin embargo, ejercen una gran influencia sobre la persona en su progreso en su práctica deportiva, suponiendo una incidencia directa tanto en la posibilidad de consolidar la adherencia a la misma, como en su propensión a abandonar el deporte o la actividad física que se realiza.

Entre otros, autores como Smoll y Smith (1997); Pelegrín *et al.* (2001); Garcés de Los Fayos y Gómez

(2003) han aportado una serie de factores a considerar en el estudio de la influencia social que se ejerce sobre la persona que practica actividad física y deportiva (Tabla 12.4).

**Tabla 12.4.** Factores sociales que influyen en la evolución deportiva de las personas practicantes.

Factores sociales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrenador y técnicos deportivos.</li> <li>• Importancia social del deporte.</li> <li>• Interés de patrocinadores.</li> <li>• Apoyo de otros significativos.</li> <li>• Política de las entidades deportivas.</li> <li>• Incidencia de los medios de comunicación.</li> <li>• <i>Fair play</i> versus conducta agresiva.</li> <li>• Valores sociales asociados al deporte.</li> </ul>

- *Entrenador y técnicos deportivos.* Con independencia de los familiares más cercanos, son los entrenadores y técnicos deportivos que rodean a la persona que practica actividad física y deportiva las figuras que más influyen en el desarrollo posterior de ésta. Son los que ofrecen el apoyo técnico en el aprendizaje de la práctica deportiva, los que asesoran acerca de los obstáculos que van sucediéndose, los que modifican aspectos con el fin de facilitar dicha práctica o los que están dispuestos a ayudar en otros asuntos ajenos al deporte. El deportista necesita el apoyo de estos técnicos, y entre ellos uno de referencia, para sentir la seguridad necesaria en cuanto a que está haciendo lo que debe, quiere saberse escuchado y, sobre todo, tener la sensación de que puede contar con él en cualquier momento. Esta relación, la más habitual por otra parte, permite predecir que aumente y se consolide la adherencia a la práctica deportiva. Por el contrario, la persona que se encuentra con un entrenador (o cualquier técnico deportivo que entrene y/o asesore al deportista) que no establezca esta relación estrecha con la persona que practica actividad física y deportiva tenderá con más frecuencia al abandono o, al menos, a la propensión al abandono deportivo, ya que esta figura supondrá una falta de apoyo lo suficientemente importante como para no encontrar esta actividad lo atractiva y motivante que requeriría cuando puedan aparecer problemas complejos de solucionar, sin contar con ayuda experta que le pueda ofrecer soluciones acerca de cómo afrontar dichos problemas.

- *Importancia social del deporte.* Aunque el impacto social del deporte puede cambiar de unos entornos sociales a otros, en general su influencia es enorme, siendo ésta en sí misma una variable que ayuda u obstaculiza la práctica deportiva. En este sentido, podemos encontrar el deporte como hecho saludable y, por tanto, positivo y en consecuencia personas que lo realizan siguiendo este planteamiento; podemos ver la actividad física como entorno social de diversión y encontrar a grupos de personas que se procuran el ocio y la diversión a través del deporte; también están las personas que aspiran a mejorar el estado físico desde una perspectiva social de belleza y esto conducir a su práctica... Sin embargo, también podemos encontrar la violencia como forma de imponer criterios deportivos e imitar este tipo de comportamiento; se observa, cada vez con más frecuencia, la aparición de problemas relacionados con los hábitos alimentarios y vemos a personas que utilizan la práctica deportiva como facilitador de dichos hábitos; no es extraño conocer casos de deportistas que utilizan medios ilegales, como las drogas, para mejorar el rendimiento, y ya se empieza a utilizar en competiciones de diferente índole... Por último, la relevancia que se le da a los grandes eventos deportivos transforma a éstos en espectáculos que están rodeados con los valores más superficiales y, sobre todo, con el concepto de éxito rápido, que empuja a muchos jóvenes a una concepción social del deporte “enfermiza”. En definitiva, la importancia social que se le da a la práctica del deporte está presente en cada individuo que se inicia o se mantiene en el mismo, con independencia de las razones que les motive para realizarlo. En este sentido, ser consciente de la misma y, fundamentalmente, razonar su aceptación será un elemento positivo que podrá ayudar a comprender mejor el desarrollo posterior de la práctica deportiva concreta.
- *Interés de patrocinadores.* Desde hace ya muchos años las grandes empresas (y también las de menor tamaño), tanto privadas como públicas, han encontrado en el deporte la mejor plataforma para realizar publicidad de sus productos. Por esta razón lo que empezó siendo el apoyo concreto a deportistas muy relevantes se ha extendido a otros de nivel medio e, incluso,

ya empieza a ser muy habitual que dicho apoyo lo reciban jóvenes deportistas, de los que se espera lleguen a mostrar un nivel competitivo posterior elevado. Por otra parte, el tipo de patrocinio ha llegado a todos los ámbitos imaginables (publicidad en ropa deportiva, participación en campañas publicitarias, encuentros con la prensa, anuncios en medios de comunicación, apoyo a actividades de deporte de iniciación, patrocinio de entidades deportivas, etc.). Es tan enorme la presencia de los patrocinadores y empresas publicitarias en el deporte que nadie escapa a su influencia, tanto si se dedica a la práctica física y deportiva como actividad de ocio y tiempo libre, como si se realiza como actividad profesional; en estos últimos casos el patrocinio llega hasta tal punto que la propia empresa puede decidir la trayectoria deportiva de la persona, como ocurre en deportes como el motociclismo, el automovilismo o el baloncesto, por lo que, de nuevo, el desarrollo posterior del deportista habrá que comprenderlo desde la perspectiva de la influencia que estas empresas puedan ejercer en él o en personas que practican deporte en su mismo entorno.

- *Apoyo de otros significativos.* Una vez que ya analizamos la influencia que la familia puede ejercer sobre los miembros particulares de la misma, en cuanto a realización de actividad física y deportiva, un grupo social que no podemos obviar es el de los amigos o compañeros de referencia. Es evidente que si las personas con las que interactúa habitualmente realizan deporte, las probabilidades de desarrollarlo aumenta. Por otra parte, si dichas personas de referencia presentan otro tipo de hábitos, incompatibles con el deporte, disminuyen las probabilidades de hacer deporte, así como aumenta la posibilidad de abandonar si la persona previamente realizaba algún tipo de actividad físico-deportiva. Por tanto, con el fin de conocer la historia deportiva de cualquier persona, una variable social que se deberá considerar en dicho conocimiento será el apoyo que ha recibido de su grupo de iguales. En este análisis se debe comprobar una tendencia que también suele repetirse y es la relacionada con el hecho de que parece que correlaciona positivamente el apoyo hacia la práctica deportiva del grupo de amigos y del grupo familiar, demostrándose que las personas que hacen deporte suelen

encontrarse en ambientes complementarios de apoyo al deporte.

- *Política de las entidades deportivas.* Una persona cuando hace deporte suele estar vinculada a alguna entidad deportiva, pues suele estar dentro de un programa municipal de deportes, o en una agrupación deportiva concreta. Estas entidades tienen su propia política deportiva, que afecta a los patrocinios, a los valores en los que se apoya el deporte, a sus objetivos deportivos o al tipo de personas que configuran el grupo de actividad física y deportiva, entre otras cuestiones. Evidentemente, la política deportiva concreta puede condicionar la forma de entender y practicar el deporte de cada individuo, influyendo tanto en la potenciación de la adherencia hacia el deporte como en la propensión a abandonar, según sea dicha política (en el primer caso, encontraremos entidades que apoyan a todos sus miembros, procurando que se encuentren motivados en todo momento; mientras que en el segundo caso, podemos hallar actuaciones selectivas de apoyo que frustren las expectativas de los que son menos apoyados). En este sentido, será importante no sólo analizar los hechos reales que se derivan de la política concreta, sino también las sensaciones concretas que cada persona siente, por ser esta realidad subjetiva la que verdaderamente influye en la concepción del deporte y, en consecuencia, en que se siga o abandone dicha práctica.
- *Incidencia de los medios de comunicación.* La relevancia que los medios de comunicación otorgan al deporte influye de manera definitiva en los patrones de práctica, potenciando los hábitos asociados a la misma (desde cómo practicarlo hasta dónde practicarlo, pasando por la ropa a utilizar, o las marcas relacionadas con ella, entre otros aspectos). Su incidencia llega hasta el punto de ser capaces de conseguir que alguien se sienta obsoleto para practicar deporte o ser capaces de generar cambios sociales importantes relacionados con la modalidad a practicar. Así, cuando se realiza una gran publicidad de un deporte concreto, los más jóvenes tienden a orientar su iniciación deportiva hacia el mismo, disminuyendo la frecuencia de práctica en otros “más abandonados” (aunque en este sentido la influencia de la familia es básica para que el joven practique

el deporte más adecuado a sus habilidades y necesidades, más que dejarse influir por los medios de comunicación para seleccionar el deporte a practicar). Unido a ello, esta influencia mediática también tiene su efecto negativo ya que, en muchas ocasiones, se sobrevalora el deporte altamente competitivo y no tanto la actividad física lúdica o de salud, por lo que el concepto de abandono relacionado con la imposibilidad de lograr los resultados que conducen a ser reconocido socialmente es un hecho constatable con demasiada frecuencia.

- *Fair play versus conducta agresiva.* El conjunto de aspectos sociales que influyen en el patrón de conductas hace que el estilo de práctica deportiva se oriente hacia el *fair play* o, por el contrario, hacia conductas conflictivas, como la agresión y la violencia en el deporte. Sin duda, en función de qué tipo de componentes estén más presentes, las probabilidades de encontrar comportamientos en una dirección u otra se hace palpable también en el desarrollo del deporte, tanto desde su potencial adherencia o abandono prematuro del mismo, como desde planteamientos relacionados con los motivos competitivos o lúdicos, que correlacionan directamente con ambos tipos de conductas, ya que no es nuevo que a mayor carga competitiva mayor aparición de reacciones violentas en el deporte.
- *Valores sociales asociados al deporte.* Finalmente, y muy relacionado con el apartado anterior, serán los valores sociales que predominen en los contextos habituales de las personas, los que darán lugar a que el concepto de deporte que se tenga guarde más relación con la potenciación de una práctica saludable, divertida y relacionada con el ocio, u otra más asociada a la extrema competitividad, que favorecen la aparición del abandono, entre otros problemas. Entre ambos aspectos podemos comprobar diferentes niveles y grados de influencia, pero en general las tendencias serán las mencionadas. Con el fin de conocer y, en lo posible, prever el devenir de la práctica física y deportiva en un grupo concreto de personas, será conveniente no sólo conocer sino, sobre todo, comprender qué valores sociales son los más influyentes y qué incidencia se puede esperar en cuanto a adherencia o abandono deportivo.

## 5. PAUTAS PARA LA POTENCIACIÓN DE LOS FACTORES QUE FAVORECEN LA REALIZACIÓN DE EJERCICIO

Una vez analizadas las diferentes variables que inciden en el desarrollo de la actividad física y deportiva, tanto desde la perspectiva de aumentar la adherencia a la misma, como desde el enfoque de la propensión al abandono del deporte, procede ahora describir algunas propuestas que faciliten, precisamente, dicha adherencia y dificulten el potencial abandono. Para ello, nos vamos a detener en una serie de pautas que consideramos que potencian la práctica de actividad física y deportiva (Tabla 12.5).

**Tabla 12.5.** Pautas potenciadoras de los factores que inciden en la realización de actividad física y deportiva.

Pautas potenciadoras
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrenar psicológicamente las variables personales que influyen en la adherencia al deporte.</li> <li>• Facilitar, técnica y físicamente, que la persona se realice con el desarrollo deportivo.</li> <li>• Introducir pautas de actividad física y deportiva en los encuentros educativos orientados a padres.</li> <li>• Establecer estrategias de prevención de comportamientos familiares anómalos hacia el deporte.</li> <li>• Procurar sensibilizar a las organizaciones empresariales privadas y públicas en el sentido de que faciliten la actividad deportiva saludable y orientada al ocio, además de la puramente competitiva.</li> <li>• Implicar a las organizaciones deportivas en el desarrollo de programas de prevención de los comportamientos y actitudes negativas en la actividad física y deportiva.</li> </ul>

- *Entrenar psicológicamente las variables personales que influyen en la adherencia al deporte.* Con independencia del nivel de práctica que se tenga con la práctica deportiva, la persona debe entrenar psicológicamente aquellos factores que ayudan a consolidar la adherencia al deporte. Al igual que se entrenan aspectos físicos, técnicos y tácticos que potencian dicha práctica, poder trabajar los componentes emocionales y motivacionales que sustentan el deseo y placer por hacer deporte es una necesidad constante, en el sentido de que la persona comprenda que suelen ser estos factores psicológicos los que, cuando no son los idóneos, pueden ocasionar la propensión al abandono. No es cierto, por otra parte, que el entrenamiento psicológico sea

exclusivo de los deportistas que presentan altos niveles competitivos. En tanto que cualquier practicante de actividad física y deportiva tiene que ser conducido con un entrenamiento (que nosotros entendemos global, porque afecta a todas las áreas), el único matiz diferenciador será la intensidad y el contenido del mismo, pero seguirá siendo global, con independencia de que el objetivo sea más o menos competitivo.

- *Facilitar, técnica y físicamente, que la persona se realice con el desarrollo deportivo.* Junto al entrenamiento psicológico, y desde la perspectiva de entrenamiento global que acabamos de describir, hay que procurar facilitar el adecuado desarrollo de los factores físicos, técnicos y tácticos que están relacionados con la óptima realización de la modalidad deportiva concreta, ya que sólo cuando la persona sienta que “controla” la actividad deportiva se sentirá bien con su desarrollo y las posibilidades de consolidar la adherencia serán más evidentes. De ahí, que tanto si estamos ante la práctica deportiva competitiva y altamente reglada, como si estamos ante un programa de actividad física y deportiva (donde el ocio, la salud y la diversión sean los objetivos a lograr), será necesario mantener un entrenamiento sistemático donde los aspectos técnicos y físicos se garanticen, tanto desde el planteamiento de iniciación (aprendizaje inicial), si fuera el caso, como desde las modificaciones de mejora que se vayan estructurando (aprendizaje continuo).
- *Introducir pautas de actividad física y deportiva en los encuentros educativos orientados a padres.* Aprovechando que existen determinados foros donde se procura a los padres ofrecer orientaciones precisas relacionadas con la educación de sus hijos, sería conveniente introducir pautas específicas sobre la necesidad de motivar cualquier actuación deportiva de los jóvenes, buscar razones sistemáticamente para realizar actividad física y deportiva, encontrar la forma de participar con los hijos en actividades relacionadas con el deporte, mostrar hábitos saludables en todos los ámbitos, incluidos el deporte, o asistir a eventos deportivos mostrando conductas razonables y positivas (así como censuradoras de las agresivas y violentas). Estas son algunas de las pautas que deberían procurarse en dichos foros, en aras a con-

seguir que la aportación familiar positiva hacia la actividad deportiva sea cada vez mayor.

- *Establecer estrategias de prevención de comportamientos familiares anómalos hacia el deporte.* Desde los ámbitos familiar y escolar, pero también social (mediante normativas y reglamentos que impidan las conductas anómalas relacionadas con el deporte pero, sobre todo, con el compromiso firme del grupo de referencia de procurar la eliminación de tales conductas) se ha de conseguir establecer todas las estrategias posibles que impidan dichos comportamientos (o, al menos, disminuyan en cuanto a frecuencia e intensidad), ya que es la forma inmediata de ofrecer al niño y adolescente -también al adulto- un modelo de deporte basado en el juego limpio, la aceptación de las normas y la prioridad de los valores sociales del deporte relacionados con la salud, la diversión y la competición positivamente entendida.
- *Procurar sensibilizar a las organizaciones empresariales privadas y públicas en el sentido de que faciliten la actividad deportiva saludable y orientada al ocio, además de la puramente competitiva.* Es evidente que las organizaciones, públicas y privadas, prefieren apoyar el deporte altamente competitivo pues sus retornos comerciales son inmediatos, al mismo tiempo que más beneficiosos económicamente. Sin embargo, porque son estas entidades las que pueden favorecer, con su apoyo, el desarrollo de la práctica deportiva más orientada a la salud, la diversión y la buena gestión del tiempo libre, se ha de conseguir que la actual apuesta que se hace por programas deportivos de esta índole, se incremente cada vez más, ya que se estará influyendo, directamente, en el mejor estado físico y psicológico de las personas que realizan actividad física y deportiva, pero también se incidirá, en este caso de manera indirecta, en la prevención de comportamientos desviados que perjudican al

individuo y a su grupo de referencia, así como también al conjunto social. Aunque sólo sea desde la responsabilidad social que las organizaciones tienen, se debe trabajar en la consecución de este objetivo.

- *Implicar a las organizaciones deportivas en el desarrollo de programas de prevención de los comportamientos y actitudes negativas en la actividad física y deportiva.* Con relación a este último aspecto que se ha comentado en el apartado anterior, de manera específica las organizaciones deportivas se han de centrar en la elaboración de programas de prevención de aquellos comportamientos y actitudes negativas que aparecen en el transcurso de la realización de actividad física y deportiva, y en la que muchas veces tienen una responsabilidad evidente. Nos referimos al consumo de sustancias nocivas para la salud, a la presencia de hábitos alimentarios peligrosos, a los comportamientos sociales (ajenos al deporte) que impiden un adecuado devenir del mismo, a las conductas agresivas y violentas, o a las reacciones emocionales negativas de los familiares de los deportistas más jóvenes, entre otros. Sólo desde el deporte se puede asumir una prevención óptima de comportamientos negativos, altamente asociados al deporte y, por tanto, son las organizaciones deportivas las que han de asumir el liderazgo de campañas de prevención y actuaciones en este sentido.

Las anteriores son sólo algunas de las pautas que deberían establecerse con el fin de lograr el desarrollo de una actividad física y deportiva orientada a la diversión, la salud y el ocio en el tiempo libre, sin olvidar las motivaciones competitivas, que quedan para grupos de personas menos numerosos de lo que socialmente se considera. Es seguro que no serán suficientes, pero sí consideramos que son un primer acercamiento a un deporte sano, que adhiere, y que no facilita el abandono de una práctica deportiva realizada en condiciones óptimas.



# Diseño y desarrollo de programas de actividad física y deportiva

Enrique Garcés de los Fayos y Arturo Díaz Suárez

## OBJETIVOS

- Adquirir destrezas suficientes en el diseño y desarrollo de programas de actividad física y deportiva.
- Vincular el desarrollo de programas con aspectos saludables del ejercicio físico.
- Diseñar programas de actividad física y deportiva atendiendo a los componentes psicológicos y sociales.
- Establecer estrategias de evaluación acordes a los programas diseñados y desarrollados.
- Profesionalizar el trabajo en el ámbito de la actividad física a través de la realización de programas.

## 1. PROGRAMAR Y PLANIFICAR LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTIVA

Está generalmente aceptado que la práctica de actividad física y deportiva es muy recomendable, sobre todo por el componente saludable que conlleva; sin embargo, también es cierto que la realización de actividad física y deportiva no programada está condenada al fracaso, sobre todo si está configurada con el ánimo de que un grupo de personas se adhiera a una actividad física concreta. Tanto desde la perspectiva personal como grupal, en este capítulo veremos cómo hacer para que una buena planificación y programación conduzca al mantenimiento en una actividad física y/o deportiva positiva que, tanto desde la perspectiva de la salud como del ocio, sea divertida y apetecible para la persona que la realiza. Ello conllevará no sólo conocer qué es lo que favorece la práctica de dicha actividad física, sino también identificar lo que puede entorpecer un desarrollo adecuado.

Lógicamente, nuestro enfoque debe ser el de la actividad física y deportiva como salud o, dicho de otra forma, nuestra propuesta se ha de fundamentar en el hecho de procurar en las personas (jóvenes o adultos) estilos de vida saludables, entre los que se

encuentre la realización de actividad física. Así, Garcés de Los Fayos y Jara (2003), plantean una serie de situaciones en las que la programación de actividad física y deportiva tiene un efecto saludable evidente (Tabla 13.1).

**Tabla 13.1.** Tipos de programación de la actividad física y deportiva generadores de efectos saludables.

Tipos de programación
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programas de actividad física para el mantenimiento de la salud.</li> <li>• Actividad física en personas con algún tipo de limitación física y/o psíquica.</li> <li>• Programa de actividad física en personas mayores.</li> <li>• Trastornos cardiovasculares y actividad física.</li> <li>• Programas de iniciación deportiva.</li> </ul>

Seguro que no están recogidas todas las posibilidades, pero sí creemos que reflejan una selección de contextos donde intervenir para potenciar los efectos beneficiosos de la actividad física y deportiva. A continuación se describen las aportaciones más significativas realizadas para cada contexto:

- *Programas de actividad física para el mantenimiento de la salud.* Son muchas las personas que practican actividad física y deportiva a través de programas públicos y privados, donde el objetivo prioritario es el mantenimiento

y promoción de la salud física. Sin embargo, podemos comprobar que cada vez más dicha búsqueda de salud se centra fundamentalmente en la parcela psicológica (sin menospreciar la importancia del componente físico en ningún momento). Así, mantener un determinado aspecto físico suele estar íntimamente relacionado con factores psicológicos tales como la autoestima, el autoconcepto e, incluso, la sensación de calidad en las relaciones sociales. Otras veces podemos encontrar la utilización del deporte como estrategia de intervención y/o prevención ante comportamientos adictivos diversos. Por último, y desde la perspectiva más negativa, empieza a ser alarmante el número de trastornos alimentarios asociados a un determinado patrón de personalidad, donde la actividad física juega un papel relevante en la presencia de conductas claramente desviadas.

- *Actividades físicas en personas con algún tipo de limitación física y/o psíquica.* En los programas de actividad física y deportiva que se diseñan para personas que presentan algún tipo de handicap físico y/o psicológico es cada vez más frecuente la participación de profesionales del deporte, que trabajan en la mejora no sólo de la salud física de las mismas, sino sobre todo en la salud psicológica, planteándose diferentes actuaciones que significan la obtención del valor añadido para la salud que conlleva el componente psicológico en el diseño de programas específicos. Es relevante el trabajo que se está realizando en cada vez más poblaciones diferenciadas, como puede analizarse en otro capítulo de este mismo libro.
- *Programas de actividad física en personas mayores.* Los datos, que se van obteniendo en los programas de actividad física y deportiva en población mayor, son de forma rotunda más evidentes en cuanto a la mejora de los indicadores de salud globales en estas personas, tanto en el área física, como en el área social y psicológica (físicos, sociales y psicológicos). De nuevo, introducir componentes psicológicos en un programa de actividad física da como resultado una mejora sustancial de los aspectos de salud contemplados y, consecuentemente, un aumento de los diferentes indicadores en cuanto a calidad de vida y bienestar general.
- *Trastornos cardiovasculares y actividad física.* Al igual que sucede en población mayor, la

mejora en los indicadores de salud globales son evidentes cuando se contempla dicha actividad física desde una perspectiva más amplia que la simplemente física; quizás, en este caso, lo más llamativo es poder comprobar la relación existente entre la realización de una actividad física razonable, con una mejora de la salud, y una alta prevención de potenciales recaídas en cuanto a la problemática cardiovascular concreta.

- *Programas de iniciación deportiva.* En los programas de iniciación deportiva son miles los jóvenes que empiezan, cada año, a realizar diferentes deportes. Algunos sufren problemas psicológicos y psicosomáticos específicos como consecuencia de no lograr los objetivos inicialmente planteados; en otros casos, se sufren problemas similares a los anteriores por entrar en un contexto de competición deportiva excesivamente exigente. De ahí, que sea muy frecuente la existencia de diferentes profesionales del deporte participando en estos programas, con el fin de intervenir y prevenir los problemas que puedan acontecer.

Junto a las propuestas anteriores, han sido muchos los autores que han planteado la relación directa entre actividad física y salud, hasta tal punto que Biddle (1992) apostaba por la necesidad de que los programas de actividad física fueran seguidos por un número elevado de personas, adheridas, a los mismos, con el fin de garantizar la salud mental de la población. Márquez (1995a y b), concretaba más, y citaba como efectos inmediatos de la actividad física sobre la salud el aumento de los siguientes indicadores:

- Confianza.
- Estabilidad emocional.
- Independencia.
- Satisfacción sexual.
- Eficiencia en el trabajo.
- Bienestar general.

Asimismo, la autora constata una disminución evidente, entre otros, de los siguientes aspectos:

- Ansiedad.
- Depresión.
- Consecuencias del estrés.
- Fobias.
- Comportamientos psicóticos.

Desde esta perspectiva es desde la que se describen (Garcés de Los Fayos y Jara, 2003) programas de actividad física y deportiva que incidan en espec-

tos tales como los que se observan en la Tabla 13.2; ahondamos en cada una de estas propuestas a continuación:

**Tabla 13.2.** Propuestas de programas de actividad física y/o deportiva en áreas específicas.

Propuestas de programas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hábitos alimentarios.</li> <li>• Personas mayores.</li> <li>• Lesiones deportivas.</li> <li>• Trastornos cardiovasculares.</li> <li>• <i>Burnout</i> en deportistas.</li> </ul>

- *Hábitos alimentarios.* Autores como Dosil (2003) o Vives Benedicto y Garcés de Los Fayos (2005) proponen diferentes estrategias a la hora de configurar programas de intervención y, sobre todo, de prevención en población que está afectada por diferentes trastornos alimentarios. Las líneas principales de trabajo de estos grupos de investigación se dirigen en dos direcciones: de una parte, se analiza hasta qué punto la actividad física y deportiva puede utilizarse como estrategia de potenciación de determinados problemas alimentarios; de otra parte, se estudia si las personas que practican actividad física y deportiva presentan mayor o menor incidencia de trastornos de esta índole. En ambos casos, se proponen las líneas estratégicas básicas para diseñar programas de prevención de los mismos.
- *Personas mayores.* Trabajos como los de García (2002) y Garcés de Los Fayos (2004b) sirven de base para proponer líneas de intervención específica en población mayor. Actualmente, la esperanza de vida es más elevada, y es especialmente importante que durante esa fase vital la calidad de vida se mantengan de la forma más idónea posible. Ahí es donde juega un papel relevante la actividad física y deportiva, y es donde los autores citados inciden para proponer líneas básicas de diseño y desarrollo de programas de intervención para la potenciación de la actividad física y deportiva en este colectivo.
- *Lesiones en deportistas.* Desde una perspectiva más concreta, autores como Olmedilla y González de La Torre (2002) o Palmi (1997), proponen estrategias de prevención, en forma de programas de trabajo concreto con deportistas que se han lesionado y que deben establecer

determinadas actuaciones en cuanto a actividad física, con el fin de mantenerse psicológicamente en el mejor nivel posible e, incluso, mejorar las expectativas de mejora de la lesión física concreta. Estos autores se centran, sobre todo, en las relaciones existentes entre estado psicológico y situación de la lesión y, a partir de lo anterior, diseñar los programas de actividad física y de entrenamiento psicológico que mejoren dicha relación.

- *Trastornos cardiovasculares.* Entre otros autores, Boraita (2000) y Garcés de Los Fayos y Velandrino (2004) diseñan programas de actuación, en materia de intervención psicológica y deportiva, en pacientes con problemática cardiovascular específica. En este sentido, se elaboran líneas de actuación en cuanto a desarrollo de actividad física asumible por estas personas, acompañado de entrenamiento en estrategias psicológicas para afrontar la enfermedad, que se han mostrado idóneas tanto en la prevención de recaídas como en la rehabilitación de la enfermedad específica.
- *Burnout en deportistas.* Por último, Medina Mojena y Ucha (2002) y Garcés de Los Fayos (2004a) se centran en el establecimiento de programas de actuación psicológica y deportiva en deportistas con síndrome de *burnout*. En este caso, el objetivo es ahondar en un trastorno psicopatológico que puede afectar a los deportistas pero, como sucede en el resto de poblaciones y situaciones concretas que se analizan, los principios que mueven estos trabajos son similares: la unión de la actuación psicológica a una planificación óptima de la actividad física y/o deportiva a realizar sirve para lograr mejorar el estado psicológico del individuo, en este caso para disminuir la incidencia del síndrome de *burnout*.

Evidentemente, también es necesario atender a la programación de actividad física y deportiva no principalmente relacionada con la salud (si bien siempre está presente), sino con la práctica —competitiva y no competitiva— donde se pretenden obtener resultados en aspectos como el aumento de la adherencia y la disminución consecuente del abandono. Aunque son temas que se analizan con detenimiento en otros capítulos de esta obra, si recordamos, de acuerdo con Weinberg y Gould (1996), que existe un gran número de participantes jóvenes en la práctica deportiva, una intensa implicación de los niños en el deporte y

una participación deportiva que llega a su máxima expresión en momentos decisivos de la vida del joven.

Por esa razón, en un trabajo anterior (Garcés de Los Fayos y Gómez, 2003) se incide sobre todo en niños y adolescentes a la hora de promocionar la realización de actividad física y deportiva, independientemente de que el objetivo se relacione con la salud, o con cualquier otro componente motivacional de estos jóvenes.

En definitiva, la programación adecuada de la actividad física y deportiva, va a influir en diferentes aspectos psicológicos de la persona, la cual se ha de contemplar como valor añadido de cualquier diseño en este contexto (Tabla 13.3):

**Tabla 13.3.** Aspectos psicológicos sobre los que inciden los programas de actividad física y deportiva.

Aspectos psicológicos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asumir responsabilidades.</li> <li>• Aceptar y cumplir compromisos con los demás y con uno mismo.</li> <li>• Ser exigente con uno mismo, pero aceptando las propias limitaciones.</li> <li>• Ser perseverante realizando el máximo esfuerzo posible.</li> <li>• Ser capaz de trabajar en equipo.</li> <li>• Aceptar y respetar las normas, compitiendo con honestidad, sin trampas.</li> <li>• Aceptar equilibradamente las victorias y las derrotas, los éxitos y los fracasos, los aciertos y los errores.</li> <li>• Ser capaz de obtener el máximo beneficio de la experiencia de la competición.</li> <li>• Respetar a los demás.</li> <li>• Ser tolerante y solidario con otras personas.</li> </ul>

- *Asumir responsabilidades.* Esta asunción de responsabilidades se refiere tanto a las que debe asumir en el contexto del entrenamiento y de la competición, como fuera de ella. En el primer caso, tomando decisiones que van a incidir directamente en el desarrollo de la práctica deportiva, por ejemplo; en el segundo caso, teniendo todo el material en orden y dispuesto en función de las necesidades de cada momento, por citar sólo un ejemplo.
- *Aceptar y cumplir compromisos con los demás y con uno mismo.* Realizar una actividad física específica, independientemente de que ésta conlleve actuaciones competitivas o no, supone la asunción de una serie de compromisos con uno mismo (cumplir horarios y realizar las tareas que los técnicos deportivos le encomienden) y con los demás (realizando tareas de

entrenamiento que sirven a los propósitos personales y grupales), que en todo momento se han de aceptar, cumplir y, diríamos más, comprometerse con el fin de asegurar el adecuado desarrollo de la actividad física y deportiva concreta.

- *Ser exigentes con uno mismo, pero aceptando las propias limitaciones.* La práctica de actividad física y deportiva conlleva, entre otras cosas, la adquisición de una disciplina intensa centrada en la propia exigencia que la persona debe hacerse para lograr ir superando objetivos de salud, de rendimiento, de ocio, o del tipo que sea, y además “luchando” contra las propias limitaciones que cada uno tiene, sobre todo de carácter físico. Desde esta perspectiva pocas actividades dotan de esta habilidad al individuo tal y como lo hace la práctica deportiva.
- *Ser perseverante realizando el máximo esfuerzo posible.* Complementariamente a lo descrito en el apartado anterior, la perseverancia es otra de las destrezas que la persona adquiere cuando realiza actividad física y deportiva, ya que el simple hecho de marcar objetivos de realización de dicha actividad en cualquier tipo de situación, con cualquier tipo de circunstancia ambiental o con más o menos apoyo, entre otras cuestiones, hace que el individuo desarrolle dicha perseverancia.
- *Ser capaz de trabajar en equipo.* Aunque la actividad física que realice sea de carácter individual, las probabilidades de tener que desarrollar actividades de grupo e, incluso, de equipo, son altas según las tareas que se planifiquen en cada sesión de entrenamiento (o de competición si fuera el caso). Por esta razón, cuando se generan programas de actividad física una de las características que se procura desarrollar y/o potenciar en las personas es esta capacidad de trabajar en equipo.
- *Aceptar y respetar las normas, compitiendo con honestidad, sin trampas.* Una de las premisas que está presente en cualquier programa de actividad física y/o deportiva es la referente al desarrollo de un juego limpio. Este planteamiento honesto en el desarrollo en la actividad física conlleva la adquisición de una habilidad que va más allá de este ámbito y que, lógicamente, es generalizable al resto de áreas vitales. Cumplir las normas, ser honesto o competir siendo limpio son las principales destrezas

que se intentan transmitir a las personas que practican actividad física, siendo su adquisición tan importante como el aprendizaje de las habilidades técnicas específicas.

- *Aceptar equilibradamente las victorias y las derrotas, los éxitos y los fracasos, los aciertos y los errores.* Ante un deporte mediático como el que vivimos, donde el éxito o el fracaso deportivo es similar al éxito o al fracaso personal, cuando los profesionales del deporte planifican programas de actividad física y deportiva, es evidente que uno de los objetivos prioritarios es romper dicha dinámica. Esto puede conseguirse transmitiendo la importancia de aceptar las victorias y las derrotas como intrínsecas al deporte practicado, sin más trascendencia que la satisfacción o insatisfacción del momento en el que se desarrolla la competición deportiva, recordando a los practicantes que, tras el final de la misma, aparecen el resto de áreas vitales donde el resultado logrado en la competición carece de importancia, comenzando en ese momento la “verdadera vida” de la persona.
- *Ser capaz de obtener el máximo beneficio de la experiencia de la competición.* La competición (como exigencia continua por obtener un rendimiento que conduzca a un resultado) supone una experiencia que, tanto desde su perspectiva positiva —cuando se logran los objetivos establecidos— como negativa —cuando no se alcanzan dichos objetivos—, sirve de aprendizaje para otras áreas vitales, de tal forma que se adquieren habilidades de afrontamiento que permitirán una mejor adaptación en general.
- *Respetar a los demás.* Independientemente del componente competitivo que presente la actividad física y deportiva que se realice, uno de los primeros aprendizajes que conlleva ésta es la muestra de respeto por los demás (compañeros, rivales, personas relacionadas con la actividad, otras no relacionadas, etc.). Esta característica, básica en el desarrollo evolutivo de cualquier persona, también es un valor añadido que se adquiere y que va más allá de los factores físicos y de salud que se logren paralelamente.
- *Ser tolerante y solidario con otras personas.* Finalmente, la tolerancia y la solidaridad son dos valores que socialmente se hacen necesarios en cualquier actividad vital que se realice. Quizás el deporte es un buen contexto para su aprendizaje, pues son muchas las situaciones que conllevan demostrar que se es efecti-

vamente solidario y tolerante con los demás, tanto dentro del ámbito de la actividad física y deportiva, como fuera de la misma. De ahí que, de nuevo, la generalización a otros contextos personales sea prácticamente inmediata.

Una vez revisados los diferentes planteamientos de los que habría que partir a la hora de diseñar y desarrollar un programa de actividad física y deportiva, tanto desde la perspectiva de la promoción de la salud, como desde las propuestas directamente relacionadas con el beneficio físico de la práctica, en los siguientes apartados vamos a ir desarrollando, de forma operativa, los aspectos básicos que caracterizan dichos programas.

## 2. ASPECTOS PREVIOS PARA EL DISEÑO DEL PROGRAMA: NECESIDAD, OBJETIVOS Y RECURSOS

---

En el apartado anterior hemos pretendido realizar un recorrido teórico sobre diferentes aspectos que pueden incidir en la configuración de un programa de actividad física y deportiva, precisando dos cuestiones que suelen ser básicas en el origen de los mismos: de una parte, el componente lúdico de la realización de cualquier tipo de actividad física; de otra parte, los factores relacionados con la adquisición o el mantenimiento de la salud. Hay otras opciones pero, quizás, sean estos dos bloques los que aglutinen con más claridad los diferentes programas que se articulan para cubrir las demandas concretas que realiza la población.

El siguiente paso es perfilar el programa con las bases sólidas suficientes que nos garanticen el éxito del mismo. En este sentido, y aunque en el último apartado de este capítulo se ofrecen una serie de líneas estratégicas a seguir para configurar cualquier tipo de programa, procede ahora centrarnos en tres aspectos previos, que cuidadosamente elaborados nos permiten seguir con tranquilidad en la búsqueda de un programa que asegure las respuestas idóneas a las demandas. Nos referimos a la definición específica de las necesidades que dan lugar al programa, al establecimiento de objetivos óptimos y a los recursos con los que se va a disponer para la realización del programa. A continuación vamos a analizar cada uno de estos aspectos con detenimiento.

## 2.1. Definición de las necesidades que originan el programa de actividad física y deportiva

Cualquier programa de actividad física y deportiva surge como consecuencia de las demandas explícitas (en ocasiones implícitas) de un grupo de personas, más o menos numeroso, que reclama dicho programa con el fin de ver cubiertas unas determinadas expectativas. Antes de comenzar a diseñar el mismo, se hace necesario analizar correctamente los aspectos que configuran dicha demanda (Tabla 13.4), de tal forma que garanticemos la comprensión adecuada de las mismas.

**Tabla 13.4.** Aspectos que constituyen las demandas concretas de programas de actividad física y/o deportiva.

Demandas concretas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qué grupo poblacional demanda el programa.</li> <li>• En qué contexto social se realiza la demanda.</li> <li>• Qué aspectos motivacionales dan lugar a la demanda específica.</li> <li>• Qué nivel de aceptación es esperable.</li> <li>• Qué aspectos temporales y de planificación hay que considerar.</li> <li>• Qué recursos son razonables para el desarrollo del programa.</li> <li>• Qué objetivos serán los que contextualicen el programa.</li> </ul>

A continuación se describen los diferentes aspectos citados, procurando ofrecer los componentes clave en los que deberíamos detenernos para diseñar de forma óptima cada programa específico:

- *Qué grupo poblacional demanda el programa.* Es evidente que no es lo mismo diseñar un programa para personas mayores (que buscan principalmente mejoras con relación a su salud) que realizarlo para niños que se inician en la actividad física y deportiva (donde el componente lúdico tiene mayor importancia). No es lo mismo que la demanda proceda de un grupo poblacional pequeño (con unas necesidades muy concretas) que de un grupo más amplio (con mayor diversidad de expectativas). Tampoco es lo mismo la amplitud del grupo en función de lo que supondrá un programa para muchas personas que para pocas, en relación a los recursos necesarios, por ejemplo. Estas son algunas cuestiones que los profesionales del deporte deben conocer antes de iniciar el diseño de un programa, ya que de no ser contemplados

aspectos como éstos podríamos encontrarnos con que la estructura del programa no es viable o funcional cuando se comprobara que la realidad existente es diferente a lo que se había previsto.

- *En qué contexto social se realiza la demanda.* El contexto donde se va a desarrollar el programa puede ser muy variado por lo que su conocimiento también es previo al inicio de cualquier trabajo de diseño al respecto de dicho programa. Así, aspectos tales como si existen estructuras sociales y políticas relacionadas con el deporte, si existen instalaciones deportivas acordes a lo que se va a programar, si se dispone de los aparatos necesarios para la realización de la actividad física, si el clima puede influir en el desarrollo de la actividad física y deportiva, o si existen aportaciones económicas para potenciar la práctica deportiva que se encuadra en el programa, entre otros factores, son los que se tendrán que considerar ante la necesidad de establecer los objetivos que se quieren lograr con el programa de actividad física y, sobre todo, con el diseño que mejor se adapte a la realidad de la demanda realizada.
- *Qué aspectos motivacionales dan lugar a la demanda específica.* Con el análisis de los dos aspectos anteriores, ya podemos contemplar cuáles son los factores motivacionales que mueven a las personas demandantes a realizar el programa de actividad física. Sin embargo, para asegurar esta información, se hace necesario conocer directamente dichos aspectos motivacionales. Una estrategia válida es la de entrevistar a personas significativas del grupo poblacional (profesores, delegados, agentes de desarrollo local, directivos de asociaciones, políticos...), de tal forma que el programa se encuadre de manera idónea en la adquisición de los objetivos que se demandan en función de la motivación que va a conducir a las personas participantes a realizar la programación que se diseñe.
- *Qué nivel de aceptación es esperable.* En función del grupo poblacional al que se dirija el programa, junto al análisis de datos relacionados con poblaciones similares de otras localidades, se puede establecer una previsión de aceptación, no sólo en el origen del programa sino, fundamentalmente, en cuanto al nivel de adherencia esperado conforme vaya transcu-

riendo el mismo. Este tipo de previsión facilita la estructuración del programa en cuanto a objetivos a plantear y recursos necesarios, tal como se describe en los siguientes apartados, permitiendo que la evaluación final acerca de la utilidad del programa se haga de una manera fiable y no con datos discordantes por no haber previsto aspectos como los mencionados.

- *Qué aspectos temporales y de planificación hay que considerar.* Un aspecto importante del diseño del programa que se pretende implantar es la consideración de dos bloques de contenidos, los cuales inciden directamente en el conocimiento profesional que sobre actividad física y/o deportiva tengan los encargados de dicho diseño. Nos referimos, por un lado, a la temporalización de las actividades y, por otro lado, a la planificación específica de los aspectos que se trabajarán en cada sesión. En el primer caso, no sólo es importante la opinión experta del que está diseñando el programa, sino también los deseos y expectativas de los participantes, ya que poder ajustar lo idóneo a lo deseable permite, en muchos casos, aumentar el componente motivacional de las personas que van a participar en el mismo. En el segundo caso, aunque la autonomía que tiene el técnico para diseñar las sesiones de trabajo es muy elevada, de nuevo escuchar propuestas de los participantes puede abrir vías de adherencia a la práctica deportiva que son más valiosas que la certeza de estar aplicando un programa técnicamente correcto.
- *Qué recursos son razonables para el desarrollo del programa.* Aunque luego veremos con más detalle los diferentes recursos que deberán contemplarse en el diseño de un programa, matizamos que dichos recursos son básicos para que tanto demandas como objetivos se vean alcanzados. No es extraño comprobar cómo, en ocasiones, se realiza un planteamiento en cuanto a objetivos muy acertado, ofreciendo respuestas muy concretas a las demandas originalmente planteadas, pero que fallan al no tener en cuenta la imposibilidad de contar con los recursos necesarios para lograr dichos objetivos. Como describiremos posteriormente, nos referimos a recursos personales, económicos, materiales y sociales, ya que en la medida de lo posible se han de tener contempladas las diferentes necesidades en cada una de estas áreas.

- *Qué objetivos serán los que contextualicen el programa.* Por último, y tras el análisis de todos los aspectos previamente contemplados, el último aspecto de esta fase previa al diseño del programa de actividad física y deportiva, será el establecimiento de los objetivos que se han de alcanzar en el desarrollo de este programa, y que serán los que den respuesta a la demanda que los participantes plantearon, y que constituye el origen del mismo. En el siguiente apartado se profundiza en este aspecto, dada su especial relevancia en todo el proceso que venimos describiendo.

## 2.2. Establecimiento de objetivos para el diseño y desarrollo del programa de actividad física y/o deportiva

Una vez que ya está detectada y claramente definida la demanda que lleva al diseño del programa, el siguiente paso es establecer los objetivos que han de marcar el inicio y mantenimiento del mismo. Aunque en el último apartado de este capítulo se establecen algunas de las circunstancias que han de tenerse en cuenta para establecer los objetivos concretos del programa, en la Tabla 13.5 se recogen los aspectos que han de contemplarse para realizar una adecuada propuesta de objetivos; a continuación, describimos cada uno de ellos con detenimiento.

**Tabla 13.5.** Aspectos a considerar en el establecimiento de objetivos a conseguir en el desarrollo del programa de actividad física y deportiva.

Aspectos a considerar
• Deben contemplar la totalidad de expectativas planteadas.
• Han de estar consensuados con los practicantes de la actividad física y deportiva.
• Deben plantearse de manera operativa.
• Han de asociarse a la evaluación a la que serán sometidos.
• Deben estar ajustados al potencial de los practicantes y ser profesionalmente óptimos.

- *Deben contemplar la totalidad de expectativas planteadas.* La mejor forma de evitar el abandono prematuro del programa, por parte de los participantes, es atender las expectativas de las que parten los mismos. Los profesionales encargados de diseñar y desarrollar el programa deberán elaborar dicho programa partiendo de los motivos que conducen a las

personas a practicar las actividades físicas previstas, al mismo tiempo que el tipo de actitud que muestran ante las mismas, de tal forma que se logre garantizar que se están cubriendo las demandas por las cuales los participantes van a acudir con agrado a las tareas que se establezcan. En este sentido, los objetivos a conseguir deben contemplar la mayor cantidad posible de expectativas si se persigue que sea un éxito el programa a realizar.

- *Han de estar consensuados con los practicantes de la actividad física y/o deportiva.* Para asegurar aún más el éxito del programa, los objetivos que se planifiquen (que habrán considerado las necesidades y expectativas de los participantes) deben ser consensuados con éstos, con el fin de tener la seguridad de que se ha plasmado lo que efectivamente desean. Muchos programas empiezan a fracasar desde el diseño del mismo, toda vez que no consideran lo que los participantes quieren, y no se ha de olvidar que, por encima de un programa “técnicamente perfecto”, ha de estar un programa que asuma los intereses personales, pues son éstos los que permiten que el programa tenga el sentido necesario para la persona que realiza el “esfuerzo” de llevarlo a cabo.
- *Deben plantearse de manera operativa.* Cualquier objetivo que se plantee debe hacerse de forma operativa o, dicho de otro modo, debe poder evaluarse de una forma clara y, en la medida de lo posible, con facilidad. Esta forma de enunciar los objetivos permiten al profesional del deporte evaluar de manera más correcta los resultados que se vayan obteniendo, así como los finales, y poder ofrecer una memoria de los mismos en condiciones y, sobre todo, válida para los responsables que posteriormente deban tomar decisiones como, por ejemplo, prorrogar el programa, modificarlo o eliminarlo. Si estos objetivos pudieran ser también cuantificados el nivel de operatividad llegaría a un gran nivel de eficiencia muy elevado, ganando en calidad el planteamiento de los mismos.
- *Han de asociarse a la evaluación a la que serán sometidos.* En consonancia con lo mencionado en el apartado anterior, todo objetivo debe ir asociado al sistema de evaluación que se va a realizar, de tal forma que cualquiera pueda saber (acudiendo a los mismos) qué se espera del programa y cómo se va a conocer si efectivamente se ha logrado.

La diferencia entre el planteamiento de objetivos “vacíos”, en cuanto a solidez técnica, y objetivos sólidamente enunciados está precisamente en la demostración clara de que pueden ser evaluados atendiendo a las necesidades que originaron el programa.

- *Deben estar ajustados al potencial de los practicantes y ser profesionalmente óptimos.* Finalmente, dos características que ha de contemplar la planificación de los objetivos hacen referencia, por un lado, a su ajuste con las posibilidades físicas y técnicas de los participantes y, por otra parte, a que estén profesionalmente bien definidos. En el primer caso, no se ha de olvidar que en cualquier componente del programa que se quiera realizar debe primar precisamente el tipo de población a la que se dirige, acoplado de una manera ajustada cualquier tarea física al potencial del grupo. Por otra parte, y con relación al segundo aspecto, una vez que se han definido claramente las tareas físicas a realizar (y que derivan de los objetivos establecidos), se han de programar técnicamente bien, lo que garantiza que dicha programación corresponde a un experto en la materia técnica que en cada momento se esté valorando.

### **2.3. Recursos con los que se va a contar para el desarrollo del programa de actividad física y deportiva**

El último apartado a considerar de la que podríamos denominar primera fase en el diseño del programa de actividad física y deportiva es el referido a los recursos que serán necesarios para poder desarrollar dicho programa. Aunque al final de este capítulo se describen algunas de las líneas estratégicas que se han de tener en cuenta para diseñar adecuadamente un programa de estas características, sí creemos necesario adelantar los aspectos esenciales a la hora de establecer qué recursos serán necesarios. En la Tabla 13.6 se presentan dichos aspectos, describiéndose a continuación del mismo.

- *Recursos profesionales.* El primer recurso con el que se ha de contar al diseñar un programa de actividad física y deportiva es el referente a los técnicos deportivos que desarrollarán el programa. Si queremos que profesionalmente el mismo sea válido se requiere que efectivamente los entrenadores, licenciados en activi-

**Tabla 13.6.** Tipos de recursos a contemplar en el diseño de un programa de actividad física y deportiva.

Recursos a contemplar
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos profesionales.</li> <li>• Recursos materiales.</li> <li>• Recursos económicos.</li> <li>• Recursos sociales.</li> </ul>

dad física y deportiva, nutricionistas o psicólogos del deporte, entre otros, garanticen que todos los aspectos que se van contemplando en el diseño estén creados y supervisados por el especialista oportuno, de tal forma que este grupo de profesionales sea una garantía de éxito en la consecución de los objetivos planteados. No disponer de estos profesionales además de aumentar las probabilidades de fracaso ocasionará, entre otros aspectos, la falta de adherencia al programa e incluso a otros programas similares que pudieran desarrollarse en el futuro.

- *Recursos materiales.* Aparatos específicos para la realización de las actividades físicas programadas, instalaciones acordes con lo que está previsto realizar en el programa de actividad física y deportiva, y la indumentaria precisa para desarrollar las actividades concretas, son tres grupos de materiales básicos con los que habrá de partir si se quiere conseguir cumplir los objetivos establecidos, ya que es otra forma de comprometer a los participantes, que observan cómo los recursos materiales cumplen las expectativas, evitándose así una fuente de insatisfacción que pueda conducir al abandono prematuro de la actividad (como ha ocurrido en algunos diseños en los que ha fallado la previsión de dicho material) generando demasiada inquietud en las personas como para continuar en el programa concreto.
- *Recursos económicos.* Cualquier programa ha de diseñarse atendiendo a los gastos que va a conllevar. Evidentemente, existirán programas que se encarecerán mucho en función de los objetivos previstos y otros, en cambio, que podrán desarrollarse con un coste muy económico. En cualquier caso, tan importante como son los objetivos es presupuestar adecuadamente lo que se va a necesitar en cuanto a recursos económicos para que el programa pueda desarrollarse durante el tiempo establecido. En este sentido, no debe olvidarse

que es una gran merma, para el compromiso motivacional de los participantes, observar que por cuestiones económicas el programa pueda ir “diluyéndose” hasta, incluso, su potencial desaparición. Siempre es lamentable perder un buen programa, diseñado técnicamente de manera apropiada, por cuestiones meramente económicas.

- *Recursos sociales.* Finalmente, se ha de contemplar un apartado para aquellos recursos no tangibles, y que no podemos establecer en ninguno de los anteriores. Nos referimos a aspectos tales como políticas locales o autonómicas relacionadas con los objetivos del programa de actividad física a desarrollar; asociaciones que generen programas similares o vinculados al que se está diseñando; o a cualquier iniciativa social que pueda procurar recursos complementarios a los establecidos en los tres bloques anteriores. De lo que se trata, en definitiva, es de lograr el máximo de recursos para que el programa que se desarrolle cumpla con todas las expectativas y objetivos planificados desde el inicio del mismo.

### 3. COMPONENTES ESENCIALES EN LA ELABORACIÓN Y APLICACIÓN DE PROGRAMAS

Tras conocer las demandas que originan los programas de actividad física y deportiva, y describir los objetivos que permiten el desarrollo adecuado del mismo, lo siguiente es diseñar el programa que finalmente dé respuesta a los objetivos establecidos. De nuevo hacemos referencia al último apartado para analizar con detenimiento cómo diseñar un programa concreto. Sin embargo, en este apartado queremos centrarnos en una serie de componentes que serán básicos en el diseño óptimo de dicho programa. Quizás puedan faltar otros aspectos, pero si los que se citan en la Tabla 13.7 no se tienen en cuenta, aumentarán las probabilidades de fracaso de dicho programa.

Veamos cada uno de los componentes citados deteniendonos en sus aspectos esenciales:

- *Entrenamiento específico.* Con independencia de cuál sea la actividad física a desarrollar, así como del nivel de competencia que tenga cada uno de los participantes, será necesario el establecimiento de un entrenamiento que, planifi-

**Tabla 13.7.** Tipos de recursos a contemplar en el diseño de un programa de actividad física y deportiva.

Tipos de recursos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrenamiento específico.</li> <li>• Planificación de calentamientos concretos.</li> <li>• Actividades físicas y/o deportivas.</li> <li>• Evaluación de la evolución de las actividades.</li> <li>• Desarrollo de aspectos sociales y psicológicos.</li> </ul>

cado desde el inicio hasta el final, conlleve el aprendizaje de los gestos técnicos con los que deberá comenzar la actividad, así como con las modificaciones y progresos pertinentes que, en cada momento, establecerá el técnico deportivo. De esta forma, no sólo aseguraremos que se realiza técnicamente de una forma correcta cada tarea física sino que, además, lograremos que los participantes se adhieran con un mayor nivel de compromiso al ir comprobando, directamente, su aprendizaje y su evolución concreta en cada aspecto físico en los que se vaya trabajando.

- *Planificación de calentamientos concretos.* A pesar de que la mayoría de participantes en un programa de actividad física y deportiva lo que desean es la realización de la actividad concreta, los técnicos deportivos tendrán que transmitir desde el principio la necesidad de realizar un buen calentamiento previo a la misma, ya que es la única forma de asegurar que no puedan ocurrir lesiones inoportunas, como consecuencia de haber querido hacer el trabajo físico demasiado rápido. El objetivo, en este apartado del programa, será lograr diseñar ejercicios de calentamiento que, además de incidir en los grupos musculares específicos en cada momento, sean lo suficientemente atractivos como para generar, por sí mismos, agrado en su realización.
- *Actividades físicas y/o deportivas.* Toda vez que el entrenamiento se va realizando según la planificación prevista, y se hace el oportuno calentamiento físico, lo inmediato es el desarrollo de las actividades físicas y/o deportivas, que son la esencia del programa y que deben reunir una serie de características para que dicho programa sea eficaz: ser divertidas (toda actividad deberá contener el componente lúdico que haga que las personas que la realizan se diviertan y estén deseando repetir, ya que es una de las formas más evidentes de generar adherencia al

programa), provocar mejoras físicas en el participante (el desarrollo continuado del trabajo físico ha de suponer para el practicante mejoras evidentes de acuerdo a sus expectativas previas: de salud, de estado físico general, de mejora muscular...), estar coordinadas entre sí (todas las actividades físico-deportivas que han de desarrollarse en el programa han de estar coordinadas entre sí, de tal forma que se observe con nitidez la continuidad de las mismas provocando, de nuevo, el doble efecto positivo: físico y de adherencia a la práctica), ser de fácil evaluación (tanto desde la perspectiva técnica y física, como desde la psicológica, las tareas físicas hechas han de ser fácilmente evaluables, tanto por parte del técnico deportivo como por parte de los participantes y, en ambos casos, desde la perspectiva cuantitativa y cualitativa) y, finalmente, cumplir con los objetivos previstos (desde el inicio de la primera actividad el participante ha de comprobar que se persigue la consecución de los objetivos que se establecieron conjuntamente con los técnicos que programaron las actividades, incidiendo en el aumento del compromiso y la adherencia a la práctica físico-deportiva desarrollada).

- *Evaluación de la evolución de las actividades.* Aunque en el siguiente apartado se verá con más detenimiento, se han de establecer los mecanismos necesarios para lograr una evaluación óptima del desarrollo de las actividades físicas y deportivas. Desde una perspectiva cuantitativa y cualitativa se debe contemplar el análisis concreto de variables tales como cumplimiento de objetivos físicos, técnicos y psicológicos, grado de satisfacción con el programa, modificaciones del programa realizadas, nivel de utilización de los diferentes recursos, aspectos que han de mejorarse en función del desarrollo llevado a cabo y del previsto, nivel de compromiso y adherencia —nivel de abandono—, etc. Estos datos servirán para ir corrigiendo potenciales desviaciones del programa, así como potenciando lo que resulte especialmente positivo.
- *Desarrollo de aspectos sociales y psicológicos.* Por último, al igual que se habrán previsto los diferentes componentes físicos y técnicos a desarrollar en el programa, éste estará incompleto si no se han planificado las estrategias oportunas para que los diferentes aspectos psicológicos (mejora de la autoestima, aumento

del grado de satisfacción y diversión, incremento del autocontrol emocional, disminución de la sintomatología ansiógena y/o depresiva...) y sociales (establecimiento de nuevos contactos, consolidación de interacciones, mejora del apoyo social y familiar, etc.) se consigan. Recordemos que son estos componentes los que consolidan la adherencia al programa, previniendo abandonos prematuros no deseados, y complementando perfectamente el resto de aspectos físicos y deportivos establecidos.

#### 4. ELEMENTOS A CONSIDERAR EN LA EVALUACIÓN DE PROGRAMAS

El último componente que se ha de tener en cuenta en el diseño y desarrollo de programas de actividad física y deportiva es el referido al establecimiento de una estrategia de evaluación idónea para controlar la eficacia del programa establecido. En la Tabla 13.8 se pueden observar los diferentes aspectos que se han de tener en cuenta a la hora de establecer una estrategia apropiada en la forma de evaluar el programa.

**Tabla 13.8.** Componentes a considerar en el diseño de la estrategia de evaluación de programas de actividad física y deportiva.

Componentes a considerar
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perspectiva cualitativa/cuantitativa.</li> <li>• Evaluación asociada al cumplimiento de objetivos.</li> <li>• Variables físicas, técnicas, psicológicas y sociales a evaluar.</li> <li>• Experiencia del evaluador.</li> <li>• Técnicas de evaluación.</li> <li>• Momentos en los que realizar la evaluación.</li> </ul>

A continuación describimos cada uno de los componentes citados, considerando que son los esenciales para establecer una adecuada estrategia evaluativa del programa que se esté desarrollando, no olvidando que es posible optimizar la evaluación incluyendo otros aspectos secundarios que perfeccionen y complementen este proceso de evaluación, y que estarán en función de los criterios técnicos que se consideren en el diseño del programa.

- *Perspectiva cualitativa/cuantitativa.* Aunque las técnicas elegidas serán las que enmarquen el proceso de evaluación en cuanto a su carácter

cualitativo o cuantitativo, habitualmente los programas suelen estancarse en el análisis cuantitativo, lo que proporciona datos muy valiosos sobre la consecución de diferentes variables relacionadas con el programa, pero que resultan incompletos si no se unen a los que pueden facilitar los datos cualitativos que los participantes ofrecen cuando se abre la posibilidad de evaluar desde esta segunda perspectiva.

- *Evaluación asociada al cumplimiento de objetivos.* Siempre que se establezca el sistema de evaluación es necesario que esté claramente vinculado a la consecución (o no) de los objetivos del programa, pues son estos primeros datos los que garantizan poder realizar una valoración correcta del mismo. Posteriormente, se han de evaluar todas las variables que se estimen oportunas para saber cómo potenciar, mejorar o modificar el programa, pero de manera secundaria al análisis referido al logro o no de los objetivos planificados.
- *Variables físicas, deportivas, psicológicas y sociales a evaluar.* Desde esta perspectiva se debe configurar la evaluación de las variables concretas, que han de servir para conocer con mayor grado de especificidad cómo se está desarrollando el programa, o cómo ha finalizado el mismo. Así, se evaluarán variables psicológicas (relacionadas con las necesidades, peticiones, expectativas o deseos de los participantes: mejora de la sintomatología de problemas psicológicos, aumento de la autoestima y el autoconcepto, incremento del compromiso personal...), variables sociales (que están vinculadas a lo que conocemos como salud social: aumento del apoyo social y familiar, incremento de las interacciones dentro y fuera del programa, establecimiento de relaciones personales con otros participantes, mejora de las habilidades sociales, etc.), y variables físicas y deportivas (que serán las que incidan directamente en la consecución de los objetivos técnicos previstos: consecución de dichos objetivos técnicos, mejora física constatable, aprendizaje de los gestos deportivos concretos, consecución de resultados deportivos si fuera el caso...).
- *Experiencia del evaluador.* La evaluación es un proceso que conlleva dificultades importantes, pues se trata de una interacción evaluador-evaluado que, en ocasiones, conlleva tratar temas complicados, que requieren habilidades

para detectar información no transmitida verbalmente, que suponen un esfuerzo de concentración importante, así como una continuidad a lo largo del tiempo que dura el programa. Por estas razones el evaluador debe ser un experto en evaluación, que garantice solventar las anteriores “dificultades” y, sobre todo, que facilite la obtención de datos que sirvan para tomar decisiones correctas sobre la marcha del programa e, incluso, sobre el futuro del mismo.

- *Técnicas de evaluación.* Aunque en otro capítulo de este libro se analizan diferentes técnicas y estrategias de evaluación que son perfectamente aplicables en el contexto del desarrollo de programas de actividad física y deportiva, procede ahora referirnos a las mismas con la intención de identificar cuáles son las principales. Así, el profesional del deporte que realice la evaluación va a disponer, como técnicas básicas de evaluación, de la entrevista (con participantes, organizadores del programa, políticos u otros agentes, si fuera necesario...), de la observación (de las distintas variables contempladas en un apartado anterior) y de la encuesta (de aquellos aspectos psicológicos, sociales y físico-técnicos que interesen valorar y que no se hayan tenido en cuenta —o no suficientemente en cuenta— en las dos técnicas anteriores). Además de las citadas, y según los objetivos perseguidos, se podrán utilizar otras estrategias como la filmación en vídeo, los paneles de expertos, los grupos de discusión, los cuestionarios, etc. La elección de cada una de estas opciones estará en función de criterios tales como el tipo de objetivos a evaluar, la disponibilidad de las técnicas, la dificultad en la aplicación, o el coste económico, entre otras, de tal forma que también en la selección de técnicas de evaluación se ha de contar con la opinión de un experto para conseguir cumplir las expectativas establecidas.
- *Momentos en los que realizar la evaluación.* Por último, un aspecto que no ha de obviarse es el que hace referencia a los momentos en los que habrá que realizar la evaluación. Lógicamente, el primer momento es al inicio del programa, donde se analizarán todas las variables que se hayan estimado necesarias, para poder conocer al final los resultados en función del nivel de consecución de los objetivos y, por otra parte, habrá un último momento en el proceso eva-

luativo, que coincide con el final del programa, donde al evaluar las mismas variables que se estudiaron al inicio (con las mismas técnicas) se podrán contrastar los progresos obtenidos, tanto globalmente como en relación a cada una de las variables contempladas. Sin embargo, también será necesario establecer momentos intermedios de evaluación, con el fin de ir conociendo cómo está marchando el programa, de tal forma que puedan introducirse elementos de mejora, bien porque se potencien aspectos que están resultando positivos, bien porque se modifiquen aquellos componentes que den lugar a determinados problemas. No es fácil decidir cada cuánto tiempo ha de evaluarse, si bien una estrategia aceptable puede ser que, aproximadamente, una vez al mes se realice la evaluación (si resultara muy complicada una opción es evaluar parte de las variables el primer mes, para evaluar el resto el siguiente mes, y así sucesivamente).

## 5. UNA PROPUESTA PRÁCTICA

Una vez desarrollados los diferentes aspectos que se han de considerar en el diseño de un programa de actividad física y deportiva, a continuación vamos a realizar una propuesta práctica de cuáles serían las líneas estratégicas para diseñar y desarrollar un programa de actividad física y deportiva general. Evidentemente, aquí planteamos los aspectos esenciales a considerar, teniéndose que acomodar posteriormente a la realidad concreta en la que se quiera implantar dicho programa. No obstante consideramos que los componentes que a continuación se describen sirven de “manual de procedimiento” en cualquier diseño potencial. Su enfoque contempla dos apartados diferenciados: por una parte, el tipo de objetivos que ha de plantear el programa; y, de otra parte, las estrategias principales que ha de tener cualquier programa de actividad física y deportiva. Partimos de la adaptación de la propuesta que realizamos en un trabajo anterior (Garcés de Los Fayos y Gómez, 2003).

### 5.1. Objetivos a lograr con el desarrollo de un programa de actividad física y deportiva

Veamos a continuación los siete objetivos que deberían lograrse si el programa resulta eficaz, indepen-

dientemente de los demás objetivos específicos que caractericen al programa concreto que se diseñe (Tabla 13.9):

**Tabla 13.9.** Objetivos para un programa de actividad física y deportiva.

Objetivos para un programa
1. Marcar objetivos realistas y alcanzables.
2. Establecer canales de comunicación idóneos.
3. Propiciar la cooperación (y la competición si procede).
4. Ayudar a readaptar los motivos de la práctica deportiva.
5. Generar expectativas reales.
6. Evitar la relación éxito deportivo-éxito personal.
7. Propiciar la socialización e integración a través del deporte.

A continuación describimos cada uno de los objetivos, recordando que al ser generales deberán adaptarse a la realidad concreta que ha dado lugar al programa de actividad física y deportiva específico:

1. *Marcar objetivos realistas y alcanzables.* Cualquier objetivo que se quiera alcanzar debe ser realista (entendiendo como tal que el participante lo vea como un objetivo por el que evaluando las propias capacidades merece la pena “luchar” porque se percibe tangible) y alcanzable (complementariamente a lo anterior, la percepción de dicha tangibilidad la entiende alcanzable realizando un esfuerzo suficiente y acorde a las capacidades personales evaluadas). Sea del tipo que sea (físico, deportivo, social, familiar, psicológico), el objetivo debe contemplar una implicación emocional por parte del practicante, ya que de esta manera se garantiza que su compromiso por esforzarse en su consecución será sólido.
2. *Establecer canales de comunicación idóneos.* Entre todos los implicados en el programa de actividad física y deportiva debe existir una comunicación continua y fluida, ya que es ésta la única forma de asegurar que cualquier conflicto u obstáculo que pueda aparecer en su desarrollo, podrá ser tratado y, sobre todo, afrontado, para buscar las soluciones necesarias. Cuando, a lo largo de este capítulo, hemos hecho referencia a la introducción de cambios que mejoren el programa a lo largo de su desarrollo, nos estábamos refiriendo fundamentalmente a esos aspectos que surgen y que son tratados, comunicativamente, de una forma óptima. Sólo

potenciando la comunicación ya se tendrá buena parte del éxito del programa asegurado.

3. *Propiciar la cooperación (y la competición si procede).* Cualquier programa de actividad física y deportiva debe contemplar tareas y situaciones que propicien que los participantes deban cooperar en la realización de actividades, ya que uno de los fundamentos del programa será dar respuesta a las necesidades de índole social, y éstas se logran cuando se potencian las interacciones entre los miembros participantes. Por otra parte, lograr que éstos comprendan cualquier actividad física y deportiva desde la perspectiva de la colaboración y cooperación enriquece más que el simple concepto competitivo que predomina socialmente. Esto último no debemos olvidarlo tampoco y, cuando sea el caso, se deberá propiciar la competición, no tanto como ejecución para la obtención de resultados cuantitativos, sino más bien evaluación objetiva del rendimiento que es el responsable último de la consecución de los resultados.
4. *Ayudar a readaptar los motivos de la práctica deportiva.* Es posible que alguno de los participantes, conforme vaya realizando el programa previsto, vaya cambiando su motivación al respecto. En estos cambios motivacionales es importante estar cerca de la persona y ayudarle a realizar un tránsito razonable, tanto si es un cambio que signifique un aumento de las ilusiones o las metas en el programa que está haciendo, como si se trata de “un paso atrás”. En cualquiera de las dos circunstancias, es muy importante que el cambio se haga de manera racional para que, posteriormente, no se frustren las expectativas.
5. *Generar expectativas reales.* Precisamente porque las expectativas son las que permiten mantenerse en el programa o abandonarlo, es por lo que las mismas deben ser reales en el sentido de que sean razonables para la persona que hace la actividad física y deportiva. En este caso, el profesional del deporte deberá procurar que, en todo momento (tanto si al inicio del programa como si es debido a un cambio de expectativas durante el proceso del mismo), la persona analice las expectativas creadas y que se asegure de que se corresponden con la realidad de la persona. Uno de los mayores riesgos es “adoptar expectativas de familiares y amigos” que,

habitualmente, conducen al abandono prematuro al no sentirse identificado con ellas.

6. *Evitar la relación éxito deportivo-éxito personal.* La sociedad occidental es muy dada a igualar ambos conceptos de éxito, cuando en realidad no tienen nada que ver entre ellos. Son los profesionales del deporte, y sobre todo los que están vinculados al diseño y desarrollo de programas de actividad física y deportiva, los que deben incidir en diferenciar ambos éxitos para que no se generen situaciones frustrantes absolutamente innecesarias. Por otra parte, se ha de transmitir el concepto de éxito deportivo vinculado a la consecución de un rendimiento, que es comparable con la propia evolución de cada participante que, por supuesto, es completamente ajeno a cualquier otro tipo de éxito vital, que no guarda ninguna relación con la actividad física y deportiva.
7. *Propiciar la socialización e integración a través del deporte.* En unos momentos donde la globalización es un fenómeno enraizado en nuestra sociedad, otro componente que ha de contemplarse en la realización de cualquier programa es el de la socialización a través de la actividad física y deportiva, por ser ésta una de las actividades que más fácilmente posibilita dicha socialización. En el caso de los niños resultan evidentes los efectos positivos de la actividad deportiva como elemento socializador, pero no debemos olvidar, en ningún caso, la consecución de ese mismo efecto en adultos, sobre todo si por sus características (de género, edad, religión, credo religioso, raza, entre otras posibilidades) requieren mayores esfuerzos, por parte del contexto en el que vive, de socialización e integración de sus miembros.

## 5.2. Líneas estratégicas a considerar en el diseño de un programa de actividad física y deportiva

Por último, en la Tabla 13.10 se citan las diferentes líneas estratégicas que, sustentadas en el análisis que hemos ido desarrollando, han de configurar el diseño definitivo del programa de actividad física y deportiva.

A continuación describimos las diez líneas estratégicas que se han de tener en cuenta en el programa con el que se pretenden alcanzar los objetivos analizados en el apartado anterior:

**Tabla 13.10.** Líneas estratégicas para el diseño de un programa de actividad física y deportiva.

Líneas estratégicas
1. Preparación psicológica y deportiva.
2. Planificación de las actividades a desarrollar para la consecución de los objetivos.
3. Fases operativas de la planificación.
4. Temporalización de cada fase de trabajo.
5. Trabajo específico de los técnicos.
6. Trabajo específico de los preparadores físicos.
7. Trabajo específico de los psicólogos del deporte.
8. Coordinación del trabajo conjunto de los profesionales implicados.
9. Evaluación del trabajo realizado.
10. Escucha activa con las personas que participan en el programa.

1. *Preparación psicológica y deportiva.* Cuando se diseña un programa de actividad física y deportiva, y con independencia del nivel competitivo que se prevea, se deberá contemplar un trabajo específico de preparación psicológica para la realización de actividad física y deportiva. A veces, se considera que el trabajo psicológico debe ser con los que realizan deporte de una forma intensa, y se olvida con facilidad que cualquier persona que esté ante un reto físico se encuentra con la necesidad de superar una serie de obstáculos psicológicos, así como debe disponer de recursos mentales para lograr los objetivos previstos, o debe saber qué técnicas psicológicas utilizar en cada momento del programa, en función de la exigencia concreta. Aspectos como los anteriores justifican que esta línea estratégica no se olvide en ningún diseño de programas.
2. *Planificación de las actividades a desarrollar para la consecución de los objetivos.* Todo el programa se ha de desarrollar de acuerdo a la consecución de unos objetivos específicos, alcanzables y consensuados con los participantes, de tipo técnico, táctico, físico y psicológico. Para ello se deberán articular las diferentes actividades y tareas físicas que la persona habrá de desarrollar (aquellas que le conducirán a la consecución de dichos objetivos). Es importante que en el diseño de estas actividades se tengan en cuenta los objetivos que, en general, se quieren lograr pero, sobre todo, aquellos específicos por actividad, de tal forma que la consecución de cada uno de los que se establezcan de manera específica influyan en el logro de los más generales.

3. *Fases operativas de la planificación.* Para el desarrollo idóneo del programa, y de todas las actividades que lo configuran, un aspecto esencial será la planificación que se realice. Puesto que se sabe el tiempo que va a durar el programa de actividad física y/o deportiva, se tratará, a continuación, de ir “parcelando” las actividades en función del tiempo de que se disponga, de tal forma que se sepa en cada momento qué debe lograr en cuanto a rendimiento, resultados y, sobre todo, objetivos, en sus diferentes ámbitos. Sólo con una adecuada planificación, el sistema de evaluación que se establezca posteriormente permitirá conocer el estado en el que se encuentra el desarrollo del programa en general, y por participante en particular, pudiendo entonces introducir las modificaciones que sean necesarias para lograr optimizar los objetivos.
4. *Temporalización de cada fase de trabajo.* Si se realiza bien la temporalización a la que hemos hecho referencia en el apartado anterior, se puede acceder al siguiente nivel, que es el referido a la programación, donde se recogerán las actividades y objetivos a lograr por sesión realizada en el marco del programa, siendo de esta forma como se consigue mantener, en todo momento, la certeza sobre la corrección o no de los objetivos establecidos, no teniendo que esperar a momentos temporales más amplios para tomar decisiones sobre modificaciones en dicho programa. Al menos, las decisiones del “día a día” se pueden ejecutar sabiendo que se está en la línea de lograr alcanzar las metas previstas.
5. *Trabajo específico de los técnicos.* Toda la estructura de desarrollo del programa se consigue a partir del trabajo concreto que realiza cada técnico deportivo. En este sentido, y en función de los objetivos planteados, profesionales como licenciados en educación física, psicólogos del deporte, nutricionistas, fisioterapeutas, médicos del deporte o monitores deportivos, entre otros, son algunos de los técnicos con los que contarán los promotores del programa de actividad física y deportiva, de tal forma que se logre detectar, definir, diseñar, desarrollar y alcanzar los objetivos generales y específicos en cada área, siendo las principales la técnica, la física, la psicológica y la táctica, complementadas con las necesarias de otras áreas del deporte según el programa concreto que se establezca. Este trabajo de técnicos, expertos en sus disciplinas, será uno de los baluartes del éxito esperable, evitando así los programas que, en muchos casos, se diseñan por parte de un único profesional del deporte que, arriesgadamente, se atreve a abarcar el diseño de diferentes áreas de las que no es experto. En este caso, se logran reducir costes económicos, pero también posibilidades de que el programa llegue a buen término.
6. *Trabajo específico de los preparadores físicos.* Uno de los aspectos que más relevancia va a tener en el diseño y desarrollo del programa es las actividades físicas que los participantes deban realizar, ya que serán las que constituyan propiamente dicho programa. Por esa razón, una de las estrategias a considerar, al promover un programa de estas características, es asegurar que se contará con expertos en educación física que podrán establecer los objetivos de su contexto de una forma óptima y, además, establecerán de manera idónea las actividades físicas que deberán desarrollarse para conseguir que se cumplan los objetivos establecidos. Serán, por otra parte, los encargados de diseñar las actividades deportivas que, dentro del contexto físico, se desarrollen.
7. *Trabajo específico de los psicólogos del deporte.* El otro componente fundamental en cualquier programa de actividad física a desarrollar es el psicológico. Como vimos en los apartados anteriores de este capítulo, los participantes persiguen, en muchas ocasiones, la adquisición de determinados aspectos psicológicos con los que sentirse mejor, o disminuir aquellos otros factores psicológicos negativos que provocan malestar en las personas. Desde este planteamiento, el psicólogo deberá trabajar con el preparador físico aportando aquellas ideas que permitan, a las actividades físicas planificadas, desarrollar los componentes psicológicos que den respuestas a las demandas que en esta materia hagan los participantes.
8. *Coordinación del trabajo conjunto de los profesionales implicados.* Como hemos visto, la necesidad de coordinación entre los diferentes profesionales es absolutamente necesaria, si se quiere conseguir un desarrollo excelente del programa. De hecho, cuando se habla de definir objetivos físicos, técnicos, tácticos y psicológi-

cos, se habla de que los diferentes especialistas del deporte aúnen sus esfuerzos para que todas las metas que se quieran lograr estén coordinadas, al mismo tiempo que la búsqueda de una de ellas conlleve, necesariamente, la consecución de otras complementarias en las distintas áreas del programa.

9. *Evaluación del trabajo realizado.* Como ya analizamos en un apartado anterior, todo programa deberá tener previsto un sistema de evaluación con el fin de saber si dicho programa es válido, ha cumplido con los objetivos o, por el contrario, requiere de cambios concretos que lo optimicen. Por esta razón, el sistema de evaluación ha de contemplar el análisis de todas las variables (sociales, deportivas, familiares, personales...) que puedan estar incidiendo en la consecución de los objetivos previstos (físicos, psicológicos, técnicos y tácticos, si fuera el caso). De ahí que el experto en evaluación deberá, como primera función, detectar precisamente dichas variables y definir, a partir de las mismas, la estrategia de evaluación que realizará para poder evaluarlas. Como segunda función, deberá evaluar (en los momentos temporales precisos) el funcionamiento del

programa desde las diferentes perspectivas a donde conduzcan los objetivos planteados, emitiendo informes razonados sobre qué medidas se deberían adoptar tras el análisis realizado.

10. *Escucha activa con las personas que participan en el programa.* Por último, una estrategia que debería considerarse como clave en el diseño y desarrollo de cualquier programa es la referida a la escucha activa como herramienta de interacción continua entre los profesionales del deporte y los participantes. Con independencia de lo bien que se hayan planificado todos los aspectos relativos a dicho programa, sólo existe una forma de saber en qué situación se encuentra, en cada momento, el mismo: escuchando a los participantes, que son los que realmente pueden manifestar con criterios válidos qué querían, qué tienen y qué esperan en el futuro del programa de actividad física y/o deportiva que se le haya ofrecido. Escucha que será activa, porque los comentarios hechos servirán para movilizar a los expertos con el fin de lograr optimizar el programa, en la búsqueda continua de responder positivamente a las nuevas demandas realizadas.

# Adherencia y abandono en la actividad física y deportiva

Sara Márquez Rosa, Laura Vives Benedicto y Enrique Garcés de los Fayos

## OBJETIVOS

- Definir el fenómeno de la adherencia y sus principales características vinculadas al entorno deportivo.
- Adquirir las destrezas esenciales que facilitan el diseño de programas de adherencia vinculados al mantenimiento de la práctica de actividad física y deportiva.
- Identificar los aspectos implicados en el abandono deportivo, describiendo los factores desencadenantes, así como los factores de riesgo.
- Analizar las características relevantes de los modelos explicativos que se han formulado para comprender el proceso que conduce al abandono en el ámbito del deporte.
- Establecer las directrices generales en la elaboración de las diferentes estrategias de prevención frente al abandono deportivo.

## 1. CONCEPTO Y EXPLICACIÓN DE LA ADHERENCIA

Una de las características fundamentales de nuestra sociedad actual es la búsqueda constante por incrementar la calidad de vida y la salud, tanto desde la perspectiva física como desde el punto de vista psicológico. Alcanzar este objetivo implica necesariamente la modificación de hábitos y formas de vida que “perjudican” la salud, en aras a sustituir dichos estilos de vida nocivos por otros que la benefician. Para lograr este propósito, que en todo momento debe ser una realidad más que una utopía, la práctica de actividad física y deportiva ha de consolidarse como uno de los ejes centrales en el cambio de conductas y actitudes dirigidas a la mejora de la salud, debido a que la realización de actividad física constituye una forma de vida saludable tanto para niños como para adultos, además de afectar a otro tipo de conductas relacionadas con la salud, como son los hábitos alimentarios o el tabaquismo.

Múltiples trabajos han mostrado que las personas físicamente activas se comprometen con mayor frecuencia con comportamientos saludables y con menor

frecuencia con conductas de riesgo para la salud, en comparación con las personas sedentarias; incorporar la actividad física en el estilo de vida de las personas, y consolidar la adherencia a la misma, puede facilitar la promoción de la salud hasta límites insospechados (Balaguer *et al.*, 1999; Pastor *et al.*, 1999).

Así pues, la perspectiva actual centrada en la promoción de la salud a través de la práctica deportiva sitúa cada vez en mayor grado el fenómeno de la adherencia como uno de los pilares esenciales de la misma, ya que sólo si se practica actividad física de forma regular se pueden llegar a obtener ciertas garantías acerca de sus posibles beneficios (Márquez, 2004). La relevancia de dirigir nuestra atención a la elaboración de programas específicos de adherencia a la práctica de actividad física y deportiva se basa fundamentalmente en cuatro apreciaciones (Tabla 14.1):

1. *Las tasas de abandono en la práctica de actividad física y deportiva.* A pesar de las posibles ventajas psicológicas que se pueden obtener a partir de la práctica regular del ejercicio (alivio de la tensión, mejora de los síntomas depresivos, reducción del riesgo de diversas enfermedades, mejor control del peso o incremento de

**Tabla 14.1.** Motivos por los que fomentar la elaboración de programas de adherencia deportiva.

Motivos para el fomento
1. Las tasas de abandono en la práctica de actividad física y deportiva.
2. La escasez de programas de adherencia existentes en la actualidad.
3. El papel de las expectativas para la obtención de beneficios en la salud.
4. La importancia de la adherencia en la efectividad de las intervenciones médicas.

la autoestima y la autoeficacia, por ejemplo) las estadísticas indican que aproximadamente la mitad de la gente que se inicia en la actividad, acaba dejándola durante los primeros seis meses, siendo estas conclusiones similares tanto en estudios realizados con niños como con hombres y mujeres jóvenes y de mediana edad o con ancianos (Molinero *et al.*, 2006).

2. *La escasez de programas de adherencia existentes en la actualidad.* Los estudios y revisiones existentes hasta ahora, más bien de corte descriptivo, no han sido capaces de explicar y predecir el fenómeno hasta el punto de diseñar intervenciones sistemáticas que ayuden a cambiar patrones de comportamiento de distintas capas de la población y, por tanto, a obtener resultados en cuanto a salud se refiere.
3. *El papel de las expectativas para la obtención de beneficios en la salud.* Mientras que los aspectos objetivos de la salud y los sentimientos de bienestar pueden ser facilitados por la realización de ejercicio, la decisión de iniciarse y mantenerse en un determinado programa depende, y se ve influida, por las expectativas de obtener esos posibles beneficios sobre la salud, que actuarían como motivadores extrínsecos e intrínsecos, y a la vez como resultado deseado.
4. *La importancia de la adherencia en la efectividad de las intervenciones médicas.* Actualmente se están iniciando programas médicos de intervención que contemplan la práctica de actividad física como uno de los aspectos que el paciente debe asumir; problemas de tipo cardiovascular, diabetes, síntomas depresivos, inestabilidad emocional... son algunas de las enfermedades que últimamente en la mayoría de los casos llevan prescrita, junto al tratamiento médico, la realización moderada de ejercicio físico. Localizar los motivos por los

cuales una persona llega a ser físicamente activa y consolidar a lo largo del tiempo esos motivos como los impulsores del cambio de conducta que la práctica de actividad física conlleva, es un requisito necesario para llevar a cabo intervenciones efectivas como las señaladas.

Cualquier actuación dirigida a diseñar programas de adherencia en el contexto de la actividad física y deportiva, ha de partir de un marco teórico que contemple los procesos y mecanismos que subyacen al cambio de conducta que supone el inicio y la consolidación de dicha actividad.

Los diferentes modelos y teorías desarrollados en los últimos años provienen de diversas líneas de investigación psicológica, que buscan describir técnicas de asesoramiento a los individuos para eliminar las conductas no deseadas e incrementar la aparición y emergencia de las deseadas. Dos grandes modelos han dado origen a la mayoría de las intervenciones conductuales encaminadas a incrementar la adherencia al ejercicio:

- *Condicionamiento operante.* Skinner (1938) sugiere que la probabilidad de aparición de una determinada conducta viene determinada, por un lado, por aquellos acontecimientos que preceden inmediatamente a la conducta y, por otro lado, por las consecuencias que la siguen inmediatamente. Además, las conductas se establecerían a través de procesos de refuerzos positivos y negativos, es decir, una conducta sería reforzada por la presentación o desaparición de un acontecimiento o consecuencia, que aumentaría la probabilidad de que vuelva a repetirse en el futuro.
- *Teoría del aprendizaje social.* Esta teoría de Bandura (1977) da una gran importancia a las consecuencias o acontecimientos ambientales inmediatos como determinantes de la conducta futura, en detrimento de los aspectos cognitivos del aprendizaje, tales como la importancia del autocontrol o la autoeficacia en el desarrollo de la conducta humana. Así, la obtención de metas llevaría al incremento de sentimientos positivos hacia uno mismo, que pueden actuar de forma decisiva en la motivación para el cambio. Se le reconoce, además, la importancia de poder comprender un gran número de conductas humanas simples y complejas.

A continuación realizamos un breve recorrido por los modelos específicos del ejercicio, señalando en cada uno de ellos los matices diferenciales pertinen-

tes, lo que nos ayudará a adentrarnos en la comprensión del fenómeno de la adherencia y en la identificación de los factores fundamentales que la definen.

- *Modelo psicológico de participación en la actividad física, de Sonstroem (1988)*. Este modelo supone que el incremento en la forma física y en la habilidad física, producidos por la práctica habitual del ejercicio, conllevaría un incremento paralelo en la autoestima. Esto a su vez conduciría a una mejor actitud hacia el ejercicio, que se manifiesta por un mayor interés hacia las características y capacidades corporales que el individuo preservará y/o desarrollará mediante la realización de pautas de actividad física, lo cuál favorecerá la adherencia.
- *Modelo de conducta de ejercicio, de Noland y Feldman (1984)*. En un intento de ser más amplio explicando tanto factores de inicio como de mantenimiento, el modelo de conducta de ejercicio establece dos tipos de factores que determinan la disponibilidad para la realización de pautas de ejercicio:
  - “predisposiciones” (variables personales y psicológicas relacionadas con el hecho de hacer ejercicio: un locus de control interno, un autoconcepto positivo del individuo, una actitud positiva hacia la actividad física y unos valores positivos concedidos al ejercicio, en relación con la salud, la forma física y la apariencia física),
  - y “factores modificadores”, que son de dos tipos: los *generales*, que son más de tipo psicosocial, variables demográficas y socioeconómicas, así como las características físicas del sujeto y las variables estructuradas referidas a las experiencias y conocimientos que sobre el ejercicio posee el individuo; y los *relacionados con aspectos a potenciar*, que se utilizan para conseguir una predisposición favorecedora del individuo, y son los problemas de salud, la educación sanitaria y el apoyo social, entre otros. La interacción entre predisposiciones y factores modificadores daría lugar a una buena predisposición hacia el ejercicio, además de la cual es necesario un balance positivo a favor de los beneficios frente a las barreras o los costes, lo cual facilitará la realización de ejercicio.

Junto a los modelos específicos del ejercicio, presentamos a continuación las aportaciones más rele-

vantes realizadas por las teorías y modelos no específicos del mismo:

- *Modelo de creencia en la salud (Becker y Maiman, 1975)*, ha sido asociado con conductas de salud preventivas. Considerado como un modelo psicosocial, ve el ejercicio como una conducta preventiva, determinada por la valoración que hace el sujeto de los riesgos de no hacer ejercicio, y la disminución de éstos a partir de su realización, prediciendo la conducta en función del valor que uno da al resultado y la propia expectativa de que una conducta dada conducirá a ese resultado. El modelo tiene tres componentes (Figura 14.1): el primero hace referencia a la decisión tomada por una persona, que viene determinada por su propia percepción de susceptibilidad a la enfermedad y por las percepciones del grado de severidad de las consecuencias; el segundo es un estímulo interno o externo, que desencadenará la conducta de salud apropiada (factores demográficos, psicológicos y sociales tendrían un efecto poderoso en las percepciones y motivaciones); y el tercer elemento es la evaluación que realiza la persona de la conducta saludable en términos de los beneficios percibidos frente a las posibles barreras.
- *Teoría de la acción razonada (Ajzen y Fishbein, 1980)* y su posterior modificación, *Teoría de la acción planeada*. Es una teoría general de la conducta que afirma que ésta es producto de las intenciones, siendo éstas a su vez producto de la actitud hacia la conducta y de las normas sociales, asumiendo que la mayoría de las conductas sociales son voluntariamente controladas, y que las intenciones son los determinantes inmediatos del comportamiento (Figura 14.2). En este sentido, la conducta de hacer ejercicio sería producto de las intenciones, y dichas intenciones vendrían marcadas por las actitudes hacia la conducta, las normas sociales y el grado de control que el individuo posea sobre la ejecución de esa conducta. Ya que las intenciones tienden a cambiar con el tiempo y las circunstancias, el corto intervalo entre la medida de la intención y la observación de la conducta darían cuenta de la correlación entre intención y conducta actual.

La modificación de la teoría inicial dio origen a la Teoría de la acción planeada, que supuso como

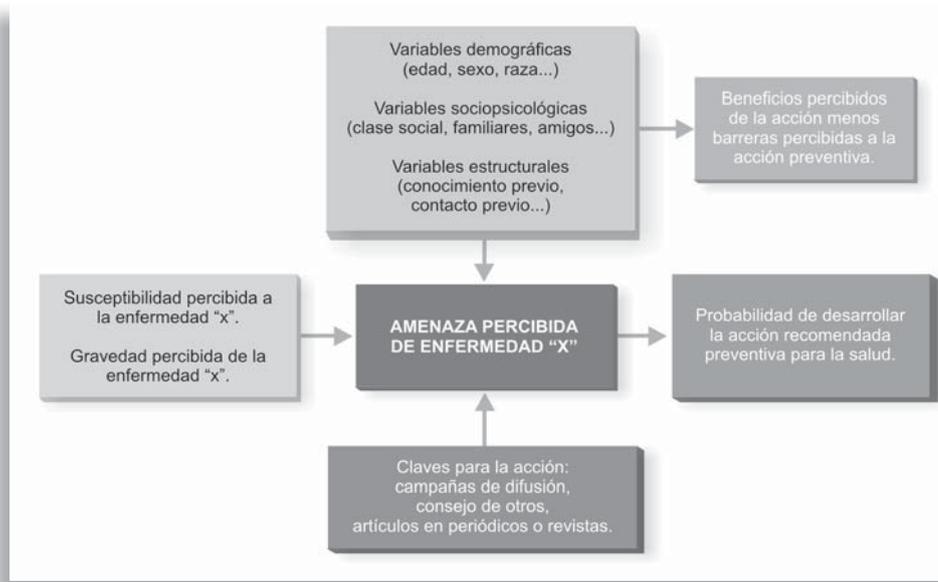


Figura 14.1. Modelo de creencia en la salud.

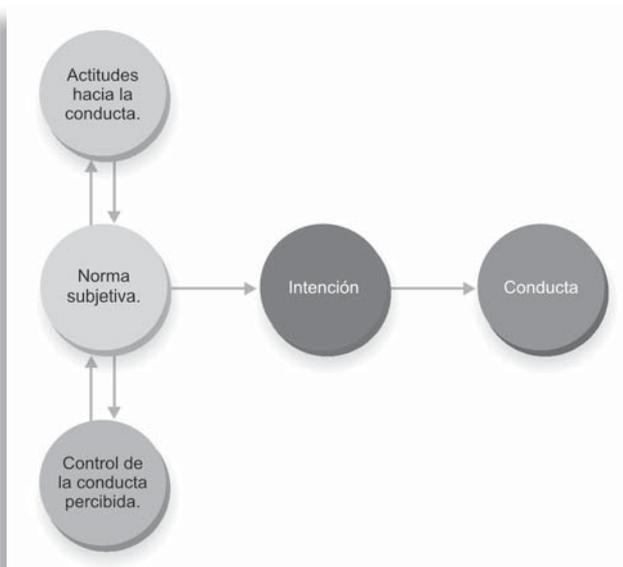


Figura 14.2. Teoría de la acción planeada.

novedad introducir el concepto de control percibido como factor predictor y modulador de las intenciones, que hace referencia a aspectos volitivos tanto internos como externos, que pueden llegar a interferir con el intento de ejecución de una conducta determinada. Esta teoría sostiene que la fuerza del intento de realizar la conducta interactúa con el grado de control individual que determina la probabilidad de aparición de la conducta; es decir, aun cuando el sujeto haga una valoración positiva de la conducta y crea que los demás piensan que debe realizarla, su probabilidad dependerá de si posee o no cierto grado de control

sobre la ejecución de la misma. Algunos factores tanto internos (deficiencias en habilidades, conocimientos y adecuada planificación) como externos (tiempo, oportunidad y dependencia de la conducta en la cooperación de otra gente), pueden interferir con el control. Así, este modelo asume que actitudes, normas subjetivas y control percibido actúan como variables independientes simultáneamente, determinando la intención de realizar la conducta.

- *Teoría cognitivo-social (Bandura, 1986)*. Enfatiza la importancia de los procesos cognitivos en la adquisición de nuevos patrones de conducta. Presenta un modelo en el que interactúan factores ambientales, personales y conductuales. Esta interacción, llamada reciprocidad causal, mejora el autocontrol y la autoeficacia, ya que las creencias que tiene el individuo sobre sus capacidades para llevar a cabo una conducta (autoeficacia) y las expectativas sobre los posibles resultados, determinan su comportamiento. A su vez, las consecuencias reales que conlleva este comportamiento afectan a las creencias que el sujeto tendrá en el futuro. Esta teoría presenta la autoeficacia como uno de los posibles mecanismos que regulan y modifican la conducta, siendo considerada la autoeficacia como una capacidad muy específica, ya que el individuo puede considerarse capaz de realizar una conducta y no otra. Esta teoría tiene un gran poder predictivo, ya que la eficacia percibida afecta tanto a la iniciación como al mantenimiento de pautas de ejercicio;

también determina la intensidad del esfuerzo y cuánto tiempo se perseveraría en caso de tener que enfrentarse a obstáculos o experiencias aversivas. En muchas investigaciones se han abordado aspectos relacionados con el uso de la teoría en la predicción y comprensión de conductas relacionadas con el ejercicio. Así, se ha comprobado que aquellos sujetos con una expectativa de autoeficacia elevada, se mantienen de forma más persistente en la realización de un programa para mejorar la resistencia muscular, lo cual corrobora que la autoeficacia puede ser modificada, existiendo una relación entre las expectativas de eficacia y la ejecución física.

- *Modelo transteórico (Prochaska y De Clemente, 1985)*, ha sido aplicado tradicionalmente como estrategia de cambio conductual en el control del peso, el hábito de fumar y la psicoterapia (Marcus y Simkin, 1993). El análisis empírico lleva a establecer en este modelo cinco estadios relativamente estables, aunque abiertos a cambios, con una duración aproximada de seis meses cada uno: precontemplación, contemplación, preparación, acción y mantenimiento (Tabla 14.2). Un sexto estadio —terminación— representa un punto en el cual puede existir un 100% de confianza en la capacidad de mantener la conducta sin riesgo de recaída. Algunos investigadores han comenzado a aplicar este último estadio al ámbito del ejercicio (Cardinal, 1999). Un segundo nivel del modelo transteórico incluye tres constructos que influirían sobre el cambio de conducta: la autoeficacia (incorporada de la teoría cognitivo-social), el balance decisional, que es la evaluación de los pros y los contras de la conducta diana, y el proceso de cambio, que son las estrategias utilizadas para el cambio de conducta. En el ámbito del ejercicio, en general, la autoeficacia es menor en los primeros estadios (por ejemplo, precontemplación) y aumenta al pasar a un estilo de vida más activo. En lo que se refiere al balance decisional, los pros se incrementan y los contras disminuyen al avanzar en los diferentes estadios. El proceso de cambio no se ha aplicado en el ámbito del ejercicio, aunque la identificación del problema podría orientar la intervención. Por ejemplo, el nivel de cambio para alguien que quiere comenzar un entrenamiento de fuerza pero no tiene acceso a

un gimnasio sería situacional; el establecer un programa de ejercicio en casa sería más eficaz en este caso que centrarse en sus cogniciones.

**Tabla 14.2.** Ejemplo de estadios en el modelo transteórico del cambio de conducta.

Estadios
<p><b>Precontemplación:</b> Los sujetos son inactivos y no tienen intención de realizar ejercicio. No piensan seriamente en cambiar su nivel de ejercicio en los próximos 6 meses.</p>
<p><b>Contemplación:</b> Los sujetos son también inactivos pero tienen intención de comenzar a hacer ejercicio regularmente durante los próximos 6 meses.</p>
<p><b>Preparación:</b> Los sujetos son activos por debajo de un nivel definido (normalmente al menos 3 veces por semana durante 20 o más minutos), pero piensan ser más activos en breve (próximos 30 días).</p>
<p><b>Acción:</b> Los individuos hacen regularmente ejercicio por encima del nivel definido al menos durante 6 meses. La motivación es suficiente y los beneficios percibidos mayores que el coste percibido. Sin embargo es un estadio inestable con alto riesgo de abandono.</p>
<p><b>Mantenimiento:</b> Los sujetos se ejercitan regularmente durante más de 6 meses. La conducta relacionada con el ejercicio es estable y el riesgo de abandono escaso.</p>

## 2. ESTRATEGIAS PARA FOMENTAR LA ADHERENCIA

La adherencia es un fenómeno que resulta de vital importancia tanto en el inicio como en el mantenimiento del ejercicio físico; cierto es que son distintos los motivos, así como los modos en los que podemos fomentar dicha adhesión, pero en ambas situaciones intervienen aspectos comunes sobre los que hemos de fijar nuestra atención llegado el momento de diseñar nuestro programa de adhesión. Desde esta perspectiva, presentamos a continuación los aspectos generales que influyen en la elaboración de dichos programas, para pasar a continuación a proponer diferentes directrices a tener en cuenta para favorecer la adhesión al ejercicio físico; todo ello en aras a adquirir las destrezas esenciales que facilitan el diseño de programas de adherencia vinculados al mantenimiento de la práctica de actividad física y deportiva.

## 2.1. Aspectos que influyen en la elaboración de los programas de adherencia a la actividad física y deportiva

¿Cuáles son los factores que determinan la decisión de continuar con la actividad física? Frente a la ardua tarea de diseñar un programa específico de adherencia en el entorno deportivo, realizar esta pregunta significa estar enfrentándonos a la cuestión más relevante para la eficiencia del programa a diseñar, pues de su respuesta obtendremos los pilares básicos que sustentarán la implicación y el compromiso de la persona con su práctica deportiva. En este sentido, los factores determinantes de la adherencia podemos unificarlos en tres grupos diferenciados (Figura 14.3):



**Figura 14.3.** Determinantes de la adherencia al ejercicio físico.

- *Factores personales.* Las actitudes hacia la salud, la extroversión-introversión como características de personalidad, la automotivación, el grado de compromiso y el historial previo de realización de actividad física son los factores que más influyen en la adherencia. Junto a ellos, creer en la propia autoeficacia sobre la habilidad para hacer ejercicio, y otros factores cognitivos, tales como los sentimientos de responsabilidad sobre la salud personal, y los conocimientos y creencias acerca del ejercicio, parecen ser también buenos predictores de la adherencia. Por otro lado, los ingresos económicos, el nivel educativo y el nivel ocupacional establecen que a mayor nivel en estos factores, mayor es la probabilidad de que los sujetos se mantengan activos. Finalmente, se puede matizar que el historial previo de ejercicios físicos que se haya mantenido puede ser un buen predictor del

mantenimiento de un estilo de vida activo en la edad adulta (Dishman, 1988).

- *Factores ambientales.* Los factores situacionales pueden ser tanto aspectos del ejercicio como del ambiente en que se realiza y pueden ayudar o entorpecer la adherencia. Se incluyen aspectos de la vida diaria de las personas, tales como determinados hábitos de vida; aspectos del entorno social como la familia y los compañeros; y también aspectos relacionados con el entorno físico, tales como el clima, los horarios de trabajo y la distancia a la que se encuentran las instalaciones. Así, aspectos tales como el tamaño del grupo de práctica de actividad física, la importancia de las relaciones sociales que suelen desarrollarse mediante la actividad física regular, el impacto de la actitud de la pareja y de los familiares más allegados, la accesibilidad, comodidad percibida y proximidad real a la casa o el lugar de trabajo, la consciencia de que se debe mejorar la propia salud, o los intentos de modificar el estilo de vida... influyen en el comportamiento de mucha gente y les hace ser constantes en su práctica de ejercicio físico.
- *Factores del propio programa.* Un número de características inherentes a los programas de ejercicio se relacionan con la permanencia en la práctica de actividad física y deportiva como, por ejemplo, la intensidad moderada del ejercicio (caminar, mejor que aquellos programas que implican una gran cantidad de actividad aeróbica), un programa individual o de grupo (el coste del programa, su flexibilidad...) y las cualidades del educador físico, monitor o entrenador (sus conocimientos técnicos, su amabilidad y su liderazgo).

## 2.2. Directrices para mejorar la adhesión al ejercicio

El estudio de los factores relacionados con el inicio y el mantenimiento de pautas de ejercicio y de los modelos y teorías relacionados proporciona un conjunto de estrategias para mejorar la adherencia al ejercicio en una amplia variedad de situaciones y poblaciones. A continuación presentamos un conjunto de directrices cuya inclusión en los programas de adherencia conllevará la optimización en el mantenimiento de las personas a la actividad física de forma continuada.

### 2.2.1. Control del estímulo

La participación en ejercicio se ha promovido mediante el control de estímulos, es decir, la manipulación de las condiciones antecedentes que actúan como pistas para la actividad física. Parte del supuesto de que algo del entorno físico actúa como señal convenida o pista antes de la emisión de la respuesta. A menudo es más realista manipular los estímulos antecedentes que modificar las consecuencias de la conducta. El control de estímulos puede, por una parte, favorecer la conducta deseable que no aparece espontáneamente y, por otro lado, reducir la conducta indeseable, para lo cual hay que identificar qué señales o pistas estarían relacionadas tanto con la aparición de la conducta deseable como con la indeseable. Un procedimiento para implantar un programa de control de estímulos se recoge en la Tabla 14.3.

**Tabla 14.3.** Ejemplo de un programa de control de estímulos.

Fases
a) Identificar mediante observación individualizada las relaciones anticipatorias entre los antecedentes y la conducta deseable. La conducta deseable puede ser, por ejemplo, controlar la ingesta excesiva de alimentos a la vez que se intenta cambiar hacia hábitos de vida más saludables.
b) El siguiente paso sería identificar algunas condiciones anteriores a la conducta deseable, tales como comprar sólo alimentos bajos en calorías, hacer planes sociales para evitar estar solo en casa o realizar actividades divertidas y no aversivas cuando se está solo.
c) Del mismo modo, identificar las condiciones anteriores a la conducta no deseable que podrían ser, por ejemplo, sentirse triste por vivir solo, comprar alimentos favoritos ricos en calorías y pasar largos periodos en casa.
d) Eliminar, mediante desvanecimiento o refuerzo negativo, las condiciones para las conductas inapropiadas.
e) Reforzar las condiciones para las conductas apropiadas haciéndolas, por ejemplo, más frecuentes.
f) Ayudar a los sujetos a ser capaces de controlar las condiciones relacionadas con sus conductas.

Los dos ejemplos que a continuación presentamos ilustran la aplicación de esta pauta de actuación:

- *Las señales con indicaciones verbales, físicas o simbólicas.* Brownell *et al.* (1980) colocaron carteles de viñetas (indicación simbólica) en los ascensores de edificios públicos, animando a la gente a subir por las escaleras. La frecuencia de sujetos que elegían las escaleras se vio incrementada de un 6% a un 14%, aunque el fenómeno desapareció cuando las indicaciones

se retiraron. Resultados similares se obtuvieron en otro estudio en el que se utilizaban señales visuales que recordaban a los sujetos los beneficios de la actividad física.

- *Los contratos conductuales* que hacen el papel de incentivos extrínsecos que permiten superar las primeras fases de inicio de la actividad física, hasta que se puedan implantar los intrínsecos (por ejemplo, la adquisición de una buena forma física, mejora de la imagen corporal o de la autoestima). Consisten en firmar una especie de declaración de intenciones o de contrato públicamente, en el que el sujeto se compromete a permanecer haciendo actividad física un determinado tiempo; la cantidad de ejercicio requerido por parte de una persona se determina mediante un dibujo de forma aleatoria, o se fija mediante un acuerdo escrito firmado previamente al inicio del programa por los propios sujetos (Olridge y Jones, 1983).

### 2.2.2. Control de las consecuencias

El control de los estímulos antecedentes crea anticipación de la conducta; sin embargo el control de las consecuencias, mediante refuerzo positivo o negativo, es un poderoso determinante de la conducta, incrementando la posibilidad de ocurrencia. Las contingencias conductuales, que son eventos inmediatamente posteriores a la emisión de la conducta, pueden ser divididas en dos grandes grupos: refuerzos o castigos.

Ejemplos de refuerzos positivos efectivos de la asistencia y la participación podrían ser atención especial, recompensas, privilegios, recibir ánimos del profesor, recibir documentación sobre las mejoras producidas en el funcionamiento del corazón, o la pérdida de peso después de un tiempo determinado. También sería refuerzo positivo premiar la asistencia, mediante algún tipo de recompensa, como una cantidad de dinero o un boleto de lotería, obteniendo un incremento considerable de la asistencia en un 64%, frente al grupo control que sólo asistió en un 40% de las ocasiones; asimismo, proporcionar retroalimentación individual durante una sesión parece ser más eficaz que a todo el grupo al final para mejorar la asistencia y la dedicación al programa. (Epstein *et al.* 1980; Martin, 1984).

### 2.2.3. Aproximaciones cognitivas y de establecimiento de objetivos

Los enfoques cognitivos surgieron a partir de la terapia tradicional en los años 60 y aunque sus distintas teorías difieren en algunos puntos, todos coinciden en que los pensamientos o las representaciones internas pueden mediar los cambios en las conductas. Además, asumen que la actividad cognitiva puede ser modificada y afectar la conducta; por tanto, los cambios cognitivos pueden facilitar cambios hacia las conductas deseadas.

Se han realizado muchos estudios comparativos en los que se han demostrado la efectividad de los modelos cognitivos aplicados al ejercicio, tales como la *modificación cognitivo-conductual* de Meichenbaum (1977), la cual enfatiza la importancia de los diálogos internos y la necesidad de sustituirlos por otros más adaptativos, e incluye tres conceptos que se consideran básicos a la hora de planificar las intervenciones: los acontecimientos, los procesos cognitivos y las estructuras:

- Los acontecimientos cognitivos son los pensamientos conscientes, las atribuciones y las expectativas que son habituales y automáticas; su frecuencia aumenta cuando hay que tomar una decisión, anticipar una experiencia emocional o aprender una nueva habilidad. Los pensamientos en los que las personas se concentran cuando están realizando ejercicio son muy importantes. Cuando el centro de atención se sitúa en aspectos internos relacionados con el cuerpo (por ejemplo, estado de los músculos o la respiración) se denomina asociación. Cuando es el entorno el centro, se le conoce como disociación (distracción). Centrar la atención en el entorno, en lugar de las propias sensaciones corporales, es más efectivo para garantizar la dedicación y la adherencia, ya que parece que reduce el aburrimiento y la fatiga.
- Los procesos cognitivos, es decir, la forma o la manera que tienen las personas de seleccionar y procesar la información. Son automáticos y cada persona tiene una única selección y proceso de interpretación que está determinado por cómo uno atribuye significado a los acontecimientos y sus causas.
- Las estructuras cognitivas son aquellas creencias o ideas que determinan cómo una persona percibe el mundo. Estos esquemas personales

influyen en cómo se procesa la información y también en la conducta.

El establecimiento de objetivos puede utilizarse como estrategia motivacional para favorecer el hábito de hacer ejercicio y la dedicación. La Tabla 14.4 muestra algunos principios básicos.

**Tabla 14.4.** Principios básicos en el establecimiento de objetivos.

Establecimiento de objetivos	
1.	Establecer objetivos específicos.
2.	Establecer objetivos difíciles pero realistas.
3.	Establecer objetivos a corto y a largo plazo.
4.	Establecer objetivos de rendimiento.
5.	Anotar los objetivos por escrito.
6.	Desarrollar estrategias de logro de objetivos.
7.	Tener en cuenta la responsabilidad de los participantes.
8.	Favorecer el compromiso individual con los objetivos.
9.	Proporcionar apoyo a los objetivos.
10.	Proporcionar evaluación de los objetivos.

### 2.2.4. Otras estrategias para la adhesión: pautas generales

En toda actuación para favorecer la permanencia y la constancia en la práctica de ejercicio físico, es conveniente introducir las siguientes pautas de actuación (Weinberg y Gould, 1996; Capdevila, 2002; Ruiz Juan *et al.*, 2005):

- Realizar un análisis de los beneficios y los costes asociados a la actividad física que se va a realizar, evaluando los logros y las pérdidas para uno mismo, los logros y las pérdidas para las personas o cosas importantes para la vida de la persona que realiza o realizará actividad física, la aprobación y la autoaprobación de los demás...
- Procurar que el ejercicio físico a realizar sea agradable, teniendo en cuenta las preferencias de las personas por determinadas actividades físicas. Ello puede lograrse realizando una amplia oferta de actividades deportivas, de entre las cuales las personas puedan seleccionar la que más se adapta con sus preferencias.
- Realizar actividad física con la intensidad, la duración y la frecuencia del ejercicio adaptada a cada realidad, evaluando inicialmente los estados de forma de los participantes y a partir de ellos establecer los baremos pertinentes.
- Potenciar la práctica de ejercicios en grupo, lo cual aumenta a su vez el compromiso y el bene-

ficio que las relaciones sociales provocadas por ello generan en las personas.

- Gestionar un entorno deportivo que refuerce el éxito que se va consiguiendo, pues el ejercicio diario requiere esfuerzo y fuerza de voluntad.
- Ofrecer un lugar bien situado y en buenas condiciones para la práctica deportiva; debido a que las personas que reciben el programa de adherencia necesitarán también estímulos externos para continuar, es útil que el lugar de práctica les reporte beneficios y refuerzos día a día.

### 3. MODELOS EXPLICATIVOS DEL ABANDONO

Una vez analizados los diferentes aspectos que condicionan la adherencia a la actividad física y deportiva, procede ahora analizar el fenómeno de la práctica deportiva desde la otra perspectiva, es decir, desde la propensión al abandono y abandono real de la misma. Basándonos en Garcés de Los Fayos y Vives Benedicto (2004) y Jiménez *et al.* (2006), en este apartado analizaremos las características más relevantes de los modelos explicativos que se han formulado para comprender el proceso que conduce al abandono en el ámbito del deporte. A pesar de que existen muchas aproximaciones teóricas que han estudiado el fenómeno de la motivación y el abandono deportivo y de que han abordado este fenómeno desde distintas perspectivas, podemos considerar que las principales aproximaciones que han contemplado de forma consistente el estudio de la motivación hacia el deporte y el fenómeno del abandono deportivo son la perspectiva de las metas de logro (Maehr, 1974; Dweck, 1986; Ames, 1987; Nicholls, 1989) y los modelos de *burnout* deportivo (Coakley, 1992; Hal *et al.*, 1997; Silva, 1990; Smith, 1986).

A continuación realizamos un recorrido general por estas dos perspectivas, analizando en cada una de ellas los aspectos más relevantes para la temática que nos ocupa.

#### 3.1. La perspectiva de las metas de logro

La mayor parte de las formulaciones teóricas y los principales resultados prácticos de las investigaciones sobre abandono deportivo se han efectuado desde el modelo de la perspectiva de las metas de logro, que ha destacado la importancia de los factores sociales y

contextuales en la incidencia de abandono deportivo, fundamentalmente en deportistas jóvenes.

Esta perspectiva defiende que la principal premisa en los entornos de logro, como es el deporte o la actividad física, consiste en mostrar competencia (Nicholls, 1989). Sin embargo, lo que se entiende como competencia en los entornos de logro, puede variar de unos individuos a otros, de tal forma que según el criterio que se adopte para juzgar la competencia aparecerán lo que se conoce como diferentes tipos de implicación motivacional.

Dos tipos de implicación motivacional han sido identificados: en la primera de ellas, cuando los sujetos se encuentran implicados al ego juzgan su habilidad en función de la comparación social con los demás, de forma que sienten éxito cuando muestran más habilidad que los demás. Por otra parte, en la segunda de ellas, cuando se adoptan juicios de habilidad basados en el nivel de dominio de la tarea que se está desempeñando, ejerciendo gran cantidad de esfuerzo en mejorar la ejecución de la actividad, decimos que un sujeto se encuentra implicado en la tarea. La probabilidad de utilizar un estado de implicación hacia la tarea o hacia el ego, depende tanto de factores disposicionales (orientaciones disposicionales a la tarea y al ego), como de factores situacionales (clima motivacional). En otras palabras, el que un sujeto utilice en un momento dado un estado de implicación a la tarea o al ego depende, además de lo que se ha aprendido a través de las experiencias previas, de los elementos situacionales que el deportista percibe en su entorno más cercano.

Existe evidencia de que en aquellos grupos en los que se fomenta principalmente el éxito basado en ganar, independientemente de que las personas mejoren o no su proceso de aprendizaje, aquellos con menores percepciones de habilidad para la práctica deportiva tienden a abandonar la práctica del mismo. De hecho, estudios recientes sobre abandono deportivo y motivación de logro han encontrado que en tenistas y atletas, los aspectos contextuales que los deportistas perciben en su grupo de entrenamiento (papel de los padres, compañeros y entrenadores) son variables predictoras de primer nivel que explican el abandono deportivo o la intención de abandonar (Cervelló *et al.*, 2004). Además, en las primeras experiencias deportivas de los niños debería primar la diversión y el aprendizaje sobre los aspectos competitivos (Cruz y Cervelló, 2003). Sin embargo, desgraciadamente a muchos niños y niñas que empiezan a practicar deporte, se les felicita y se les recompensa

más por ganar un partido que por mejorar en el aprendizaje de las destrezas propias de ese deporte.

(Continuación)

### 3.2. Los modelos del *burnout* deportivo

A continuación vamos a revisar un conjunto de modelos que han aparecido en la literatura como uno de los intentos significativos de explicar las conductas de abandono en deportistas. Esta aproximación se ha realizado desde el estudio del síndrome de *burnout*, asociando el mismo como la causa esencial del abandono, relación que se establece de un modo evidente, como queda ampliamente descrito en el trabajo de Garcés de Los Fayos (2004). En la Tabla 14.5 se muestran algunas de las claves resumidas de este síndrome, con el fin de aportar claridad expositiva a su relación con el abandono.

**Tabla 14.5.** Principales aspectos teóricos relacionados con el síndrome de *burnout* (Garcés de Los Fayos, 2004).

El síndrome de <i>burnout</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El <i>burnout</i> es un síndrome tridimensional, caracterizado por agotamiento emocional, despersonalización y reducida realización personal.</li> <li>• En entrenadores, la propensión al síndrome vendría dada por el gran contacto personal existente con los deportistas, al margen de otras variables asociadas, como vemos a continuación.</li> <li>• En entrenadores se ha encontrado que aquellos que muestran personalidad tipo A, que son jóvenes, con poca experiencia laboral, y mujeres, que presentan conflicto y ambigüedad de rol, que tienen un estilo de liderazgo orientado a las personas y preocupado por ellas, o los que sienten menor apoyo social, son los más propensos a sufrir <i>burnout</i>.</li> <li>• Se ha estudiado también, aunque en menor medida, en otras "poblaciones deportivas" como directores deportivos o árbitros, donde las escasas investigaciones van estableciendo una línea de futuro a estudiar, similar a la encontrada en entrenadores o deportistas, como describimos a continuación.</li> <li>• En cuanto a los deportistas, el <i>burnout</i> aparecería como consecuencia de un estado donde predominarían los sentimientos de incompetencia, fragmentación, alienación y frustración.</li> <li>• Por lo que se refiere a las variables desencadenantes del síndrome, las siguientes: estilo negativo del entrenador, excesivas demandas competitivas, altas demandas de energía y tiempo, entrenamientos monótonos, sensación de estar apartado, carencia de refuerzos positivos, aburrimiento con la práctica deportiva, falta de habilidades técnicas suficientes, estrategias de afrontamiento desadaptativas, inadaptación de las expectativas originales con los logros finales obtenidos en el deporte, falta de apoyo por parte del grupo de referencia, intereses "mercenarios" de los padres, estilo de vida externo no acorde</li> </ul>

(Continúa)

con las demandas y necesidades del deportista, inestabilidad emocional, menor entusiasmo con lo realizado, sentimientos de culpabilidad, menor control de la ansiedad, competitividad no adaptativa y desconfianza, actitud reservada y reprimida, y presencia de alexitimia.

- En cuanto a las consecuencias del *burnout*, la más importante ha sido el abandono prematuro del deporte, que analizamos posteriormente. Asimismo, se han descrito estados psicológicos caracterizados por un inicio insidioso, donde destaca la aparición de una disminución constatable del entusiasmo y la energía con la que se comenzó la práctica deportiva, posteriormente es el abandono y la angustia lo que manifiesta el deportista y, finalmente, se puede apreciar un estado de pérdida de confianza y autoestima, depresión, alienación y abandono.
- Aunque han sido varios los intentos de crear un instrumento de evaluación del *burnout* en deportistas, destacamos el Inventario de *Burnout* en Deportistas (Garcés de Los Fayos, 2004), que está demostrando su solidez empírica en estudios realizados no sólo en España, sino también en otros países como Cuba, Argentina, Colombia o Portugal.
- En cuanto a las estrategias de intervención y prevención, destacamos a continuación aquellas que se han demostrado claramente eficaces (en un apartado posterior, de este mismo capítulo, se analizan con más detenimiento): estructuración "racional" del entrenamiento deportivo, procurar que los deportistas estén sistemáticamente motivados con su actividad deportiva, frenar a tiempo la espiral de saturación que conduce al abandono, plantear potenciales modificaciones en la estructura social del deporte, proponer el aumento de la edad mínima exigida para hacer deporte y participar en competiciones profesionales, y reducir algunas competiciones y preparar los entrenamientos en ciclos.

En este sentido, el abandono deportivo ha sido una de las consecuencias que frecuentemente se menciona desde los modelos de *burnout* deportivo. La importancia que adquiere en dichos modelos ha conllevado su estudio directo desde estas perspectivas, teniendo en cuenta que dichos procesos pueden reflejar tanto situaciones de deporte profesional como situaciones de personas que han decidido iniciarse en programas de actividad física y deportiva, con un alto compromiso en ello.

El *burnout* incluye en su definición aspectos psicológicos, emocionales y físicos, siendo resultado del estrés crónico producido por desajuste entre las demandas de la situación y las posibilidades de afrontamiento del sujeto.

Así, citando la definición de Gould (1996), definimos el *burnout* como "el abandono psicológico, físico y emocional de una actividad que anteriormente se consideraba como deseable y motivante". Feigley (1984) considera que el *burnout* en deportistas se caracterizaría por una pérdida progresiva de idealismo, energía y motivación, apareciendo un estado

de fatiga, incremento de la irritabilidad y pérdida de entusiasmo, producido por un “trabajo” duro realizado durante demasiado tiempo en situaciones de alta presión; y aparecerían, como consecuencias de este estado, sentimientos de incompetencia, fragmentación, alienación y frustración.

Desde esta perspectiva, el modelo de *burnout* de Smith (1986) es uno de los modelos que ha contemplado de un modo directo una explicación operativa del abandono de la actividad deportiva. Este modelo está basado fundamentalmente en la teoría del intercambio social (Thibaut y Kelley, 1959) recoge y adapta también en parte aspectos de las teorías del estrés deportivo (Smith y Smoll, 1982). Basándose en Jiménez *et al.* (2006), el planteamiento principal de la teoría del intercambio social sostiene que la conducta humana está gobernada primariamente por el deseo de maximizar las experiencias positivas y minimizar aquellas experiencias que son negativas.

Desde esta perspectiva, la gente participa en aquellas actividades en las que los resultados de la participación son favorables. Basándose en la idea fundamental de que el comportamiento humano está regido por el deseo de maximizar las experiencias positivas y minimizar las negativas, se expone que en aquellos sujetos que perciben que las demandas situacionales exceden de sus recursos percibidos durante un largo periodo de tiempo, aparecen cogniciones aversivas y respuestas fisiológicas y conductuales típicas del síndrome del *burnout*, creando un alto nivel de estrés en el deportista.

Desde otra perspectiva teórica se tiene en cuenta que la solución para que exista un compromiso de los deportistas con la actividad durante largos periodos de tiempo no es tanto la reducción del síndrome de *burnout* de forma puntual, sino el cambio de la organización social en la que los deportistas entrenan y compiten (Coakley, 1992). Según este modelo, los sujetos excesivamente perfeccionistas, orientados a la aprobación social y que carecen de técnicas interpersonales asertivas, son candidatos a padecer el síndrome de *burnout*. En ellos estarían influyendo diferentes factores sociales, que presentamos en la Tabla 14.6:

Por otro lado, Garcés de Los Fayos y Vives Benedicto (2004), resaltan la importancia que tienen las características de personalidad del propio deportista en la forma de sufrir el síndrome, así como en la decisión de abandonar, si finalmente se decide por esta opción. En este sentido, Nieto y Garcés de Los Fayos (1999) describen que los deportistas que presentan *burnout* o, al menos, alguna de sus dimensio-

**Tabla 14.6.** Factores sociales que influyen en el padecimiento de *burnout* y propician el abandono deportivo.

Factores sociales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las relaciones sociales vinculadas al deporte y la vivencia que se tiene de ellas.</li> <li>• El control que se ejerce y las exigencias que a veces se demandan desde el ámbito deportivo en algunas ocasiones (sobre todo si se trata de la práctica deportiva de jóvenes).</li> <li>• La ausencia de criterios, por parte del deportista, para valorar objetivamente por qué participa en el deporte, y cómo la dinámica establecida por otros le lleva a mantener una dedicación determinada a la misma, salpicada de unas características a veces impuestas por terceras personas.</li> <li>• La planificación de los programas deportivos y las condiciones establecidas en el entrenamiento (y si es el caso, la competición) acordes a esta planificación.</li> </ul>

nes, muestran mayor tensión, más sentimientos de culpabilidad, menor control de la ansiedad, mayor competitividad y desconfianza, mayor inestabilidad emocional, menor entusiasmo, más sentimientos de culpabilidad, mayor abstinencia, mayor dominancia y son más reservados y reprimidos, siendo esta línea de resultados una de las que nos pueda ayudar a predecir en los deportistas comportamientos que anuncien predisposición al abandono o abandono real.

Por ello plantean el modelo de Schmidt y Stein (1991) como uno de los modelos que mejor explica los factores que pueden desencadenar el abandono de la actividad física y deportiva. Este modelo proponía que una persona sufriría *burnout* y podría decidir abandonar si percibía desequilibrio en los componentes asociados al compromiso con el deporte (percepción que está íntimamente ligada con el patrón de personalidad de cada uno). Así, podemos observar que la situación de desequilibrio se describiría por las características que se muestran en la Tabla 14.7.

**Tabla 14.7.** Características que propician situaciones de desequilibrios conducentes a *burnout* y, posteriormente, a abandono.

Características
• Disminución de los refuerzos.
• Aumento de los costes.
• Descenso de la satisfacción.
• Disminución de las alternativas.
• Aumento de la inversión.

Otro de los modelos que han descrito cómo se produce el abandono de la práctica de actividad física es el modelo del síndrome del estrés por entrenamiento de Silva (1990). Este modelo, que no está orientado

propriadamente al análisis del síndrome de *burnout*, pero sí hacia la existencia de un estrés severo y, consecuentemente, en íntima relación con el síndrome, parte del supuesto de que las excesivas cargas de entrenamiento (estrés del entrenamiento) a las que se someten los deportistas tienen como consecuencia la aparición de respuestas negativas a nivel psicofisiológico.

La interacción de estas respuestas psicofisiológicas, tienen a corto plazo un efecto negativo sobre el rendimiento en los entrenamientos ante lo cual, habitualmente, los entrenadores incrementan los estímulos de entrenamiento. Este aumento o mantenimiento de los estímulos de entrenamiento, con pocos periodos de recuperación, trae como consecuencia a medio y largo plazo, la aparición del sobreentrenamiento. Éste puede originar la aparición del síndrome de *burnout*, lo cual puede llevar al abandono de la actividad.

Son pocos los trabajos que han abordado el estudio del *burnout* deportivo desde esta perspectiva. Sin embargo, el modelo orienta sobre la importancia de la consideración del impacto de las cargas de entrenamiento cuando se analizan consecuencias no sólo fisiológicas sino también psicológicas (Cervelló, 2003).

Muy recientemente Garcés de los Fayos y Cantón (2008) han propuesto un nuevo modelo integrativo del *burnout* que supone tres tipos de variables predictoras en el origen del síndrome (deportivas, sociales/familiares y personales), tres dimensiones de acuerdo con el orden temporal, un papel mediador de las variables de personalidad y, finalmente, la aparición de las consecuencias.

#### 4. PAUTAS PARA LA PREVENCIÓN DEL ABANDONO

Una vez caracterizados los diferentes aspectos que pueden explicar (y, en cierta medida predecir, las conductas de adherencia y abandono con relación a la práctica deportiva), vamos a proponer una serie de estrategias que permitan potenciar dicha adherencia y, en consecuencia, disminuir el abandono prematuro del deporte.

La elaboración de las diferentes estrategias de prevención frente al abandono deportivo ha de contemplar medidas de actuación sólidas, puesto que las consecuencias de la vuelta al sedentarismo pueden ser nefastas para determinadas personas (Molinero *et al.*, 2005). Estamos pensando, por ejemplo, en una persona con problemas serios de sobrepeso, o personas que después de sufrir un infarto de corazón han decidido evitar las recaídas practicando actividad física.

Las estrategias de intervención para evitar esto son muy variadas y consisten en modificar tanto los estímulos responsables como la interpretación de los mismos. Veamos cuáles son algunas de estas estrategias de intervención (Ames, 1992; Cruz y Cervelló, 2003; MacCann, 1995; Raga y Suay, 2003):

- Programando de forma clara y correcta los objetivos a conseguir y el rendimiento a alcanzar. El establecimiento de objetivos claros para los entrenamientos y la competición, así como la temporalidad de los mismos (incluyendo los periodos de recuperación como objetivos de entrenamiento), ayudan a dosificar correctamente los esfuerzos y conseguir altos niveles de rendimiento.
- Estableciendo canales de comunicación fluidos entre el cuerpo técnico (entrenador, médico, psicólogo deportivo...), la familia y la persona que practica deporte, de forma que se pueda intercambiar información tanto técnica como en ocasiones personal que pueda estar influyendo en la ejecución.
- Reconociendo el progreso individual y la mejora y asegurando las mismas oportunidades para la obtención de recompensas a todas las personas participantes en la actividad física.
- Facilitando el apoyo social y de los otros significativos del entorno del sujeto para evitar que se produzca presión por parte de los mismos.
- Diseñando actividades basadas en la variedad, el reto personal y la implicación activa.
- Dominando las técnicas básicas individuales de control de barreras psicológicas, de forma que permita su aplicación para la regulación y prevención de fenómenos perjudiciales.
- Ayudando a los sujetos a ser realistas y plantear objetivos a corto plazo.
- Previniendo sistemas de evaluación antes y después de la práctica de actividad física y deportiva (diarios de entrenamiento, medidas fisiológicas, cuantificación de las cargas y esfuerzos), tanto fisiológicos como psicológicos, que permitan detectar precozmente la aparición de factores negativos y que permita, a su vez, el seguimiento de la mejora continua en determinadas áreas de la salud.
- Implicando al sujeto en la autoevaluación de sus propios progresos y utilizando una evaluación privada y significativa.
- Fomentando por parte del entrenador o monitor la percepción de un clima motivacional relativo

a la actividad que se está realizando, en el que el éxito se basa en el dominio de la tarea, en el proceso de mejora, donde el sujeto se divierte y disfruta consiguiendo al mismo tiempo buenos resultados, asociados a patrones motivacionales adaptativos (conjunto de procesos cognitivos, metacognitivos y afectivos que aumentan la probabilidad de realizar una buena ejecución) característicos de sujetos implicados en la tarea (Dweck, 1986), favoreciéndose actitudes positivas hacia el trabajo y el esfuerzo ante el fracaso.

- Implicando a los sujetos en las decisiones y en los papeles de liderazgo y ayudando a los sujetos a desarrollar técnicas de autocontrol y autodirección.
- Procurando formar grupos de forma flexible y heterogénea, gestionando el buen clima en todos los casos, así como posibilitando múltiples formas de agrupamiento de los individuos.

Finalmente, Garcés de Los Fayos y Vives Benedicto (2004) plantean un esquema general de actuación para la prevención del abandono de la práctica de actividad física y deportiva, centrado sobre todo en evitar que los síntomas de *burnout* conduzcan el deseo de abandonar la actividad que se está realizando, estableciendo una serie de factores que favorecerían, además, la adhesión a la actividad física. El esquema general de actuación en la prevención de abandono contemplaría:

1. **Sistema de evaluación continuo.** En todo momento, y ante cualquier programa de prevención que se diseñe se establecerá un sistema de evaluación que permita en el momento que sea detectar la aparición del síndrome en cualquier persona que esté implantando el programa concreto.
2. **Áreas de prevención prioritarias.** Independientemente de cuál sea el nivel de alcance previsto, el programa debería contemplar una serie de áreas, que consideramos prioritarias para acertar en la prevención. Son las siguientes:
  - Estructuración racional del trabajo. Entre otros aspectos se debe primar la planificación, evitar el aburrimiento, hacer planificaciones flexibles, o evaluar el desarrollo de la planificación desarrollada.
  - Establecer planificadamente periodos de entrenamiento psicológico (entendido como control adecuado de las destrezas que pro-

porcionan estabilidad emocional), donde se analicen las demandas de la persona que realiza actividad física, se realice la oferta específica de trabajo deportivo, se establezcan los objetivos a lograr, se planifique el entrenamiento psicológico, y se haga propiamente el entrenamiento psicológico.

- Procurar que los deportistas estén sistemáticamente motivados con su actividad deportiva, y así incidir en ayudar al deportista a ser independiente, generar un clima de compañerismo en el entorno deportivo, e identificar a los deportistas más susceptibles de desmotivación.
3. **Evaluación de los resultados del programa implantado.** Cuando se lleve un tiempo razonable con la implantación del programa de prevención (al menos seis meses) habrá que evaluar las diferentes áreas de actuación establecidas, con el fin de comprobar si el programa ha sido eficaz logrando los objetivos previstos.

Para finalizar, consideramos que es básico lograr una explicación eficaz de la relación existente entre *burnout* y abandono. Aunque seguir investigando el conjunto de consecuencias que el *burnout* puede ocasionar sigue siendo necesario, creemos que habría que centrarse fundamentalmente en el análisis del abandono prematuro del deporte, no tanto como la consecuencia estigmatizante que puede sufrir el deportista, como desde la perspectiva de comprender mejor cuáles pueden ser los procesos psicológicos (cognitivos, afectivos y emocionales) que el deportista desarrolla ante la situación de *burnout* para, finalmente, llegar a tomar la decisión de abandonar prematuramente su actividad. Quizás ésta sea la única forma de lograr que las estrategias de prevención que se diseñen sean las más adecuadas para evitar dicho abandono.

No olvidemos, por otra parte, que además de este síndrome, son innumerables las situaciones que pueden ocasionar un abandono prematuro del deporte: desde aspectos personales como la falta de confianza en lo que está realizando, hasta la imposibilidad de lograr resultados óptimos en deportistas de competición, pasando por otros grupos de practicantes (con mayor o menor implicación con el deporte). Por esta razón, los objetivos futuros deben dirigirse a responder a las siguientes cuestiones:

- Detectar qué situaciones y variables personales son las que origina, de manera fundamental, el abandono.

- Qué perfil personal y social tienen las personas que abandonan con más frecuencia.
- Qué síndromes psicológicos pueden, como el *burnout*, guardar una estrecha relación con el abandono.
- Qué estrategias son las que favorecen una mejor adherencia al deporte.
- Cómo se puede ahondar en los motivos y razones que favorecen la adherencia o el abandono.
- ...

Creemos que este capítulo muestra un camino a seguir, ojalá haya llegado a contextualizar adecuadamente las anteriores preguntas. Sin embargo, somos conscientes de que debemos asumir este trabajo como la base para llegar a ese conocimiento profundo y eficiente del devenir de la actividad física y deportiva, desde las dos perspectivas “enfrentadas”: adherencia y abandono.

# Tipos de investigación en el ámbito de la actividad física y la salud

Aurelio Olmedilla Zafra, Pedro Ángel López Miñarro y Pilar Sainz de Baranda Andújar

## OBJETIVOS

- Determinar la influencia de los factores psicosociales en los hábitos de práctica de actividad física.
- Analizar la bibliografía existente y los diferentes tipos de estudios realizados.
- Identificar los aspectos metodológicos más relevantes en el estudio de las relaciones entre psicología y lesiones en el ámbito de la práctica deportiva.

## 1. INFLUENCIA DE FACTORES PSICOSOCIALES EN LOS HÁBITOS DE PRÁCTICA DE ACTIVIDAD FÍSICA

La práctica regular de actividad física está asociada a una mejor salud y mayor esperanza de vida. Las personas físicamente activas tienen un menor riesgo de enfermedad cardíaca, hipertensión arterial, diabetes, obesidad y determinados tipos de cáncer, entre otras patologías. A pesar de estos beneficios, una gran mayoría de personas son sedentarias. Dado que la actividad física realizada sistemáticamente ayuda a tener una mejor salud y prevenir enfermedades metabólicas y cardiovasculares, un aspecto de vital importancia es conocer qué estrategias podrían favorecer que las personas sedentarias se conviertan en activas, y que estas últimas conserven dicho hábito. En el presente capítulo vamos a utilizar reiteradamente el concepto *actividad física* cuando realmente nos referiremos a una práctica más acorde con el concepto *ejercicio físico*, si bien vamos a respetar la terminología utilizada en cada uno de los estudios referenciados.

La alteración de los hábitos físicos, la aparición del sedentarismo como una tendencia general en los países desarrollados, la manifestación de las deno-

minadas enfermedades hipocinéticas relacionadas con este incremento del sedentarismo, han aunado esfuerzos para profundizar, analizar e investigar en los beneficios que la actividad conlleva para la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos (Tuero *et al.*, 2001). A pesar de ello, resulta sorprendente que existiendo en la actualidad tanto conocimiento de cuál es el comportamiento saludable que debe llevar una persona, y que dicho conocimiento llega a la mayor parte de la población, el ser humano tienda a tener una conducta y un hábito de vida bastante insano, como es el sedentarismo.

### 1.1. Niveles de práctica de actividad física

La edad es una variable recurrente en los diferentes estudios, encontrando en la práctica totalidad de los mismos, una relación inversa, excepto cuando se analizan niños de 5 a 12 años (Sallis *et al.*, 2000). La adolescencia (13-18 años) es la edad donde se observa un mayor descenso de la actividad física, especialmente en chicas, sobre todo en actividades de mayor intensidad y en actividades deportivas no organizadas (Sallis, 2000). Aunque comparativamente, los varones presentan un mayor descenso en sus niveles de actividad, éstos siguen siendo más activos que las mujeres durante la adolescencia. Sallis (1993) estima

que dependiendo del tipo de metodología utilizada para medir la actividad física, hay entre un 1,8% y un 2,7% de descenso por año en la actividad física realizada en chicos entre 10 y 17 años, mientras en chicas este descenso es mayor, entre el 2,6% y el 7,4% por año.

Riddoch *et al.* (2004), evaluando la actividad física mediante un acelerómetro, confirman la menor actividad física de las niñas y el descenso de la práctica en la adolescencia. Mientras en la niñez un gran porcentaje alcanza los niveles recomendados de actividad física, en la adolescencia este porcentaje se reduce, especialmente en las chicas. El estudio de las conductas de los escolares relacionadas con la salud (ECERS) (Mendoza, 2000) muestra que España es uno de los países más sedentarios de entre 24 países, la mayoría europeos. Especialmente llamativo es comprobar que las chicas españolas de 11, 13 y 15 años ocupan el último lugar en práctica de actividad física intensa al menos dos días a la semana. En cuanto a los chicos españoles, si bien no ocupan el último lugar, se enmarcan en las últimas posiciones. Las diferencias entre la población española y europea podrían explicarse basándose en aspectos de seguridad en el entorno social, barreras para la práctica de ejercicio físico, políticas físico-deportivas, educación físico-deportiva, etc.

Esta disminución en la actividad física ha sido observada en varias especies animales, y parece estar relacionada con una alteración en los neurotransmisores involucrados en el sistema central de la dopamina. La reducción de la dopamina o la pérdida de receptores de la misma parecen ser responsables de la reducción en la actividad física conforme aumenta la edad (Ingram, 2000).

La genética y la herencia familiar parecen determinar el nivel de práctica de actividad física (Katzmarzyk *et al.*, 2000). Según un estudio sobre 696 sujetos de 200 familias, donde se estimaron los niveles de actividad física mediante un diario de tres días y un cuestionario sobre la actividad física realizada en el año anterior, Simonen *et al.* (2002) sugieren la existencia de una pequeña relación de factores genéticos y condicionantes familiares en los niveles de actividad física de los hijos. El hecho de ser una persona sedentaria estuvo más relacionado con aspectos de herencia genética que el hecho de implicarse en actividades moderadas o intensas. En un estudio posterior, Simonen *et al.* (2003) identifican varios cromosomas que pueden contribuir a la probabilidad de ser una persona sedentaria o físicamente activa. Estos

autores indican que sus datos apoyan la hipótesis de la existencia de una contribución genética a las diferencias individuales en los niveles de actividad física habitual.

Puesto que determinadas características individuales como la edad, el género, la raza, la genética, etc., no son modificables (por ahora), los esfuerzos para lograr aumentar el porcentaje de personas activas se ha centrado en conocer y comprender los predictores o determinantes de la práctica de actividad física en niños, adolescentes y adultos. Para Kohl y Hobbs (1998) es preciso el estudio de la influencia que ejercen determinados factores sobre la práctica de actividad física, que resumen del siguiente modo:

1. *Factores fisiológicos y de desarrollo:* crecimiento, maduración, condición física, limitaciones físicas, etc.
2. *Factores ambientales:* acceso a equipamientos, facilidades de acceso, seguridad, estación del año, etc.
3. *Factores psicosociales y demográficos:* autoeficacia, conocimientos, actitudes, influencia de los padres, modelos, influencia de los amigos, estatus económico, educación, género, edad, etc.

Una amplia revisión de la literatura nos permite conocer la gran extensión de variables que han sido analizadas para valorar si tienen algún tipo de influencia sobre la práctica de actividad física (Tabla 15.1). En los últimos años han proliferado estudios que han valorado el nivel de práctica de diversos grupos poblacionales, estableciendo correlaciones con variables físicas y psicosociales. La mayor parte de estos trabajos han sido descriptivos-correlacionales, y se ha encontrado bastante controversia en muchas de las variables analizadas. La heterogeneidad en las muestras, las diferencias en la metodología para el registro de la actividad física, las diferencias culturales y biológicas podrían explicar tales resultados.

Más recientes y limitados son los estudios longitudinales que han analizado a una misma población en su edad infantil o adolescente y cuando son adultos. Estos estudios aportan un conocimiento más específico y objetivo al valorar a las mismas personas a lo largo de sus vidas, pero son complejos y difíciles de llevar a cabo, sobre todo si implican algún tipo de intervención. Desgraciadamente, en España no conocemos estudios que hayan realizado una valoración longitudinal del nivel de práctica junto a un análisis de los predictores de la misma.

**Tabla 15.1.** Variables que han sido analizadas en cuanto a su relación con la práctica de la actividad física.

Factores demográficos y biológicos				
Edad.	Educación.	Género.	Herencia biológica.	Estatus socioeconómico.
Estado civil.	Raza.	Obesidad.	Historia de lesiones.	Riesgo de enfermedad cardiovascular.
Factores psicológicos, cognitivos y emocionales				
Actitudes.	Barreras hacia el ejercicio físico.	Beneficios esperados.	Estrés	Conocimiento sobre salud y ejercicio físico.
Autoeficacia.			Estado de ánimo.	
Susceptibilidad a la enfermedad.	Personalidad Salud psicológica.	Creencias sobre el ejercicio físico.	Percepción de la imagen corporal.	Falta de tiempo.
Atributos comportamentales y habilidades				
Programas de ejercicio físico actuales.	Deporte escolar.	Consumo de tabaco.	Hábitos dietéticos.	Actividad física realizada en la infancia.
Factores socioculturales				
Modelos cohesión grupal.	Apoyo social de los amigos y la familia.	Influencia familiar en el pasado.	Influencia de los técnicos deportivos.	Aislamiento social.
Factores ambientales físicos				
Clima.	Coste del programa de actividad física.	Seguridad. Criminalidad.	Facilidades de acceso.	Tráfico.
Características de la actividad física				
Intensidad.	Esfuerzo percibido.			

## 1.2. Revisiones bibliográficas

Una primera visión más general y global sobre las relaciones entre la práctica de actividad física y numerosas variables comportamentales, demográficas, psicológicas, sociales, culturales, etc., nos la aportan algunas revisiones bibliográficas realizadas en los últimos años. Sallis *et al.* (2000), en una revisión de 108 documentos científicos establecieron las variables que correlacionaban con la práctica de niños (3-12 años) y adolescentes (13-18 años). Las variables analizadas se agruparon en factores demográficos y biológicos (sexo, raza, etc.), factores emocionales, psicológicos y cognitivos (imagen corporal, competencia percibida, intención de practicar actividad física, etc.), atributos y habilidades comportamentales (consumo de tabaco y alcohol, dieta, etc.), factores sociales y culturales (actividad física de los padres, normas, etc.) y factores ambientales físicos (estación del año, acceso a programas de actividad física, etc.). Tras el análisis del método de los trabajos y sus resultados, establecieron aquellas variables que correlacionaban con la práctica de actividad física para cada edad, teniendo en cuenta sólo aquellas variables que habían sido analizadas en tres o más estudios. En niños se encontró una asociación positiva con ser varón, tener padres con sobrepeso, las preferencias de actividad física, la intención de realizar actividad física, la actividad física previa, una dieta sana, la facilidad de acceso a programas de actividad física y el tiempo que se pasa

en espacios abiertos. También encontraron una correlación negativa entre las barreras percibidas para realizar actividad física y su práctica.

En adolescentes se encontró una asociación positiva con ser varón, de raza blanca, con una orientación al logro, con la intención de practicar actividad física, la percepción de competencia física, la actividad física previa, la práctica deportiva en el contexto del barrio o comunidad, la sensación de esfuerzo, el apoyo de los padres, el apoyo de personas cercanas a su entorno, la ayuda directa de los padres y las oportunidades para hacer ejercicio físico. Además, se encontró una asociación negativa con la edad, la depresión y el sedentarismo tras el horario escolar y en el fin de semana.

En otra revisión sobre la actividad física de niños y adolescentes, en lo que respecta a factores psicosociales se indica que la autoeficacia que siente un niño y adolescente incide en su práctica. Así también, los niños que participan en actividades físicas son los que presentan una actitud más positiva. Los padres parecen tener una fuerte influencia en el comportamiento físico de sus hijos. Esto puede deberse a un mecanismo de apoyo directo o indirecto (sirviendo como modelos), o bien a la combinación de ambos. Cuando estos niños alcanzan la adolescencia, la influencia del grupo de amigos parece sustituir a la influencia de los padres (Kohl y Hobbs, 1998). Anderssen y Wold (1992), en un estudio con adolescentes, encuentran que la influencia del mejor amigo está más fuertemente asociada a la práctica de actividad física que la

influencia que ejercen los padres. La influencia de los amigos es bastante importante en cuanto a la participación en actividades deportivas organizadas.

En un reciente estudio sobre las barreras auto-percibidas (evaluadas mediante cuestionario) hacia la práctica de actividad física en 2.379 chicas adolescentes (16-17 años), Kimm *et al.* (2006) encontraron que las chicas más activas eran las que percibían menor número de barreras. La falta de tiempo fue la barrera más importante, lo que coincide con la práctica totalidad de trabajos nacionales realizados en adolescentes. Otras barreras frecuentemente citadas fueron “sentirse cansada” y “no estar interesada”. Un aspecto importante sobre la falta de tiempo, tan ampliamente evocada en estudios nacionales e internacionales, es su subjetividad, siendo en muchas ocasiones irreal, tratándose más de un déficit organizativo del tiempo libre que de una falta real de tiempo.

Gustafson y Rhodes (2006), en una revisión específica sobre la correlación de la práctica de los padres y la práctica de sus hijos, encuentran resultados contradictorios, lo que parece sostener la influencia de la variabilidad cultural en las relaciones específicas del entorno microsociedad donde trabajamos. A pesar de ello, los padres activos apoyan más la práctica de actividad física de sus hijos que lo padres no activos. Con respecto a las familias que tienen un pariente activo o familias monoparentales, tener un solo modelo activo es mejor que tener dos modelos inactivos. Las madres tienen una influencia mayor en sus hijas que en sus hijos, mientras existe una gran relación entre los niveles de actividad física de los padres con sus hijos varones.

En el año 2001, Task Force on Community Preventive Services publicó sus recomendaciones para promover la práctica de actividad física, basadas en la evidencia científica. Basándose en una revisión bibliográfica, estas recomendaciones proporcionan una guía para organizaciones que planeen llevar, o lleven a cabo, programas para aumentar el nivel de actividad física. No obstante, estas recomendaciones se guían por un número limitado de estudios bien controlados realizados con poblaciones muy concretas.

Según dicha revisión, se realiza una clasificación de actuaciones que deberían llevarse a cabo para incrementar la actividad física entre la población joven:

**Intervenciones basadas en aportar información:**

1. *Grandes campañas comunitarias*, mensaje bien visibles a través de la televisión, radio, periódicos, etc., donde se aporten consejos sobre la práctica de actividad física.

dicos, etc., donde se aporten consejos sobre la práctica de actividad física.

2. *Avisos en puntos de decisión*, colocar carteles junto a los ascensores donde se anime a usar las escaleras para obtener beneficios en cuanto a la mejora de la salud o la pérdida de peso.
3. *Educación física escolar*, en un intento de incrementar la cantidad de actividad física durante las clases y fuera de las mismas.
4. *Soporte social en marcos comunitarios*, con la creación de redes sociales en un marco de amistad para realizar actividad física en compañía.
5. *Programas individuales de cambio comportamental*, adaptar a los intereses y motivaciones de cada persona la enseñanza de las habilidades comportamentales necesarias para incrementar la actividad física en las actividades de la vida diaria.
6. *Creación y desarrollo de instalaciones para la práctica de actividad física*, diseñar y construir entornos adecuados y cercanos para la práctica de todo tipo de actividades físico-recreativas.

Trost *et al.* (2002), en una revisión de 46 estudios sobre la práctica de actividad física en adultos publicados entre el año 1998 y el 2000, encuentran que algunas variables analizadas (estado civil, sobrepeso u obesidad, consumo de tabaco, criminalidad del entorno, etc.) muestran una correlación diferente a la publicada en estudios anteriores. La comparación realizada por estos autores respecto a estudios publicados previamente, denota una gran coincidencia en la mayor parte de las variables analizadas, pues de forma reiterada coincide una asociación positiva, negativa o neutra con el nivel de práctica de actividad física entre su revisión con otra publicada anteriormente. No obstante, otras variables muestran una relación inversa a la descrita previamente en la literatura, lo que debe llamar la atención sobre la influencia que sobre esas variables pueden tener aspectos culturales, sociodemográficos, etc.

### 1.3. Estudios longitudinales

Muchos investigadores y teóricos del ámbito de la actividad física indican que la práctica de actividades físico-deportivas durante la niñez y la adolescencia puede ser un estímulo para crear hábitos en el futuro (Malina, 1996). Diversos estudios han investigado la relación entre la práctica de actividad física en niños

y adolescentes con la práctica cuando ellos mismos son adultos, encontrando una baja o moderada asociación. Las correlaciones entre la actividad física realizada durante la adolescencia (13-18 años) y la edad adulta temprana (21-35 años) son generalmente bajas, y cuando el intervalo de edad se incrementa, la correlación declina (Taylor *et al.*, 1999).

Telama *et al.* (1997) midieron mediante cuestionario la actividad física de ocio y tiempo libre de niños y adolescentes de ambos sexos (9, 12, 15 y 18 años), volviendo a medir nueve y doce años después. La participación en actividades deportivas competitivas y en la clase de Educación Física fueron los mejores predictores de la actividad física realizada en la edad adulta.

Tammelin *et al.* (2003) evaluaron mediante cuestionario la actividad física realizada por 7.794 hombres y mujeres a la edad de 14 y 31 años. La participación frecuente en deportes después del horario escolar en la adolescencia se asoció a un alto nivel de actividad física en la edad adulta. En hombres, la participación en deportes de pelota, deportes de resistencia aeróbica intensa, deportes al aire libre y deportes de combate estuvieron asociados a un alto o muy alto nivel de actividad cuando eran adultos. En mujeres, esta relación se encontraba con la práctica de la carrera, orientación, deportes al aire libre, ciclismo, gimnasia y el paseo andando. Estos autores concluyen que la práctica deportiva, al menos una vez a la semana en mujeres y dos veces a la semana en hombres, se asoció a un alto nivel de actividad física cuando eran adultos. La participación durante la adolescencia en deportes de resistencia aeróbica y aquellos deportes que requieren del desarrollo de diversas habilidades deportivas parecen ser las más beneficiosas a la hora de lograr que sean adultos activos. Aarnio *et al.* (2002) estudiaron los cambios en el patrón de actividad física en el tiempo libre y la condición física autopercebida, desde los 16 hasta los 18 años, utilizando un cuestionario en un total de 1.338 chicos y 1.596 chicas. Sus resultados muestran que la estabilidad en la actividad física fue mayor en aquellos que participaban en diferentes tipos de deportes. En los chicos, la proporción de sujetos que mantienen su práctica es mayor en los que practican actividades de resistencia aeróbica y musculación, y en las chicas en aquellas que participan en juegos de pelota. Aquellos que participan en deportes organizados persisten más en su práctica que los que no participan.

Kuh y Cooper (1992) analizaron, con regularidad, una muestra de 2.500 hombres y mujeres desde

su nacimiento hasta los 43 años, encontrando que un mayor nivel educativo se asoció con una mayor frecuencia de práctica deportiva y menos problemas de salud en su infancia.

Barnekow-Bergkvist *et al.* (1996) investigaron los patrones de práctica de actividad física a la edad de 16 años y los factores que pueden contribuir a explicar los hábitos de actividad física de estas mismas personas a la edad de 34 años. Un total de 220 chicos y 205 chicas fueron analizados en 1974 y en 1992 mediante un cuestionario. Sus resultados muestran que las experiencias tempranas de actividad física a la edad de 16 años disminuyen el riesgo de ser sedentario en la edad adulta. A la edad de 34 años, vivir en pareja, tener niños y pertenecer a una clase social alta, en el caso de las mujeres, incrementaba el riesgo de ser físicamente inactivo. Las creencias positivas sobre los efectos saludables del ejercicio físico disminuía el riesgo de ser sedentario tanto en hombres como en mujeres.

Osler *et al.* (2001) analizaron a un total de 370 niños entre 6 y 18 años en el año 1979 y trece años después. Las mujeres fumadoras, mayores de 25 años y con menor nivel educativo eran menos activas. En chicos jóvenes, un bajo nivel de actividad física en el tiempo libre estuvo asociado con la actividad laboral de su padre.

Tammelin *et al.* (2003) encontraron que si un adolescente de 14 años pertenece a una familia de baja clase social, esto redundaba en un hábito más sedentario en esa edad, pero no hay correlación con su actividad a los 31 años. Unos limitados logros escolares en la adolescencia se asociaron con una menor práctica cuando eran adultos, independientemente de la actividad física realizada durante la adolescencia. Estos autores indican, basándose en sus resultados, que debería promocionarse la participación en deportes en la adolescencia porque tiene efectos beneficiosos a largo plazo en la salud cuando son adultos, al reducir la probabilidad de una conducta sedentaria. Que los hábitos de ejercicio físico en la infancia puedan persistir en la edad adulta es la mejor estrategia para promocionar una mejora de la salud de la población adulta. No obstante, no todos los estudios corroboran esta relación.

Algunos estudios han dado un paso más, introduciendo un programa de intervención para conocer su efecto longitudinal en el tiempo. Trudeau *et al.* (1999) valoraron mediante cuestionario la influencia de un programa de Educación Física en primaria (cinco horas cada semana durante seis años) sobre los niveles

de actividad física, actitudes hacia la misma y la percepción de barreras para su práctica cuando son adultos. En este estudio, se utilizó un grupo control que siguió un programa de Educación Física de una sesión semanal de 40 minutos. El programa se aplicó entre los años 1970 y 1977, y la evaluación de sus resultados se realizó entre 1995 y 1996. En el estudio participaron un total de 720 personas (386 mujeres y 334 hombres), de los cuales 147 formaban parte del grupo experimental (76 mujeres y 71 hombres). Sus conclusiones muestran que una Educación Física diaria en la etapa de primaria tiene un efecto positivo a largo plazo en los hábitos de práctica de actividad física de las mujeres, pero no en los hombres. En éstos, se observó una influencia positiva del programa sobre el consumo de tabaco, reduciéndose su consumo regular de forma significativa (Tabla 15.2).

#### 1.4. Estudios prospectivos

Debido a las dificultades para llevar a cabo estudios longitudinales, otros grupos de investigación han intentado conocer qué situaciones o circunstancias durante la infancia y/o adolescencia condicionan la práctica en la edad adulta, basándose en el recuerdo

que los adultos tienen de su infancia. En este sentido, Taylor *et al.* (1999) valoraron en un estudio prospectivo cómo influían determinadas experiencias durante la infancia y adolescencia en sus hábitos de ejercicio físico en la edad adulta. A 105 hombres entre 32 y 60 años se les preguntó mediante un cuestionario acerca de sus experiencias, práctica deportiva y aspectos psicosociales de la práctica en su infancia (6-12 años) y adolescencia (13-18 años), así como de su práctica actual, estableciendo su gasto energético actual derivado de su actividad física realizada y su nivel de condición física. Basándose en un análisis correlacional y de regresión, ser forzado a practicar ejercicio físico durante la infancia tenía un impacto negativo en la práctica de actividad física de adulto, mientras que la habilidad percibida en la práctica de actividad física en la adolescencia correlacionaba significativamente con la actividad realizada por los adultos (Tabla 15.3). Estos autores concluyen que las experiencias en cuanto a la participación en actividades físicas durante la infancia y adolescencia pueden influenciar su actividad física cuando son adultos.

En otro estudio prospectivo, en una muestra de adultos de 38 años de edad, un análisis de regresión logística indica que la actividad física está relacionada

**Tabla 15.2.** Resumen de los resultados principales del estudio de Trudeau *et al.* (1999).

Frecuencia de actividad física			
Grupo	0-3 veces al mes (sedentario)	1-2 veces por semana (moderadamente activo)	3 veces o más por semana (activo)
Experimental (Total)*.	36,1%	35,4%	28,4%
Mujeres*.	31,6%	32,9%	35,5%
Hombres.	40,8%	38,0%	21,1%
Control (Total).	46,6%	30,7%	22,6%
Mujeres.	49,5%	30,1%	20,2%
Hombres.	43,2%	31,5%	25,5%
*p < 0,05 diferencias entre grupo control y experimental			
Consumo de tabaco en la actualidad			
Grupo	Regularmente	Algunas veces	Nunca
Experimental (Total)*.	15,6%	6,8%	76,9%
Mujeres.	19,7%	5,3%	73,7%
Hombres**.	11,3%	8,5%	80,3%
Consumo de tabaco en la actualidad			
Grupo	Regularmente	Algunas veces	Nunca
Control (Total).	28,5%	5,3%	65,3%
Mujeres.	26,4%	4,4%	68,9%
Hombres.	30,8%	6,3%	61,1%
*p < 0,05 **p < 0,01 diferencias entre grupo control y experimental			

**Tabla 15.3.** Correlaciones entre las experiencias en la niñez y adolescencia acerca de la actividad física y su hábito de ejercicio físico en la edad adulta (modificado de Taylor *et al.*, 1999).

Experiencias en la juventud	R	n	p
Frecuencia de actividad física en la infancia.	0,04	93	0,35
Frecuencia de actividad física en la adolescencia.	0,03	104	0,39
Diversión al realizar actividad física en la infancia.	-0,05	98	0,31
Diversión al realizar actividad física en la adolescencia.	0,05	104	0,30
Habilidad percibida en la práctica de actividad física (infancia).	0,12	104	0,11
Habilidad percibida en la práctica de actividad física (adolescencia).	0,17	104	0,04
Más activo comparado con otros durante la infancia.	-0,02	104	0,44
Participa en deportes de equipo durante la infancia.	0,16	96	0,06
Participa en deportes de equipo durante la adolescencia.	-0,04	97	0,36
Ha sido forzado a realizar ejercicio durante la infancia.	-0,20	103	0,02
Ha sido forzado a realizar ejercicio durante la adolescencia.	-0,15	103	0,07
Ha sido animado a realizar ejercicio durante la infancia.	-0,15	104	0,07
Ha sido animado a realizar ejercicio durante la adolescencia.	-0,05	101	0,30
Actitud hacia la actividad física durante la infancia.	0,10	104	0,15
Actitud hacia la actividad física durante la adolescencia.	0,12	102	0,12

con una larga educación escolar, una clase social alta y la práctica regular de actividades deportivas en el tiempo libre (Harreby *et al.*, 1997).

### 1.5. Estudios descriptivos-correlacionales

La mayor parte de la literatura acerca de los hábitos de ejercicio físico en diferentes edades se ha basado en la medición de los niveles de práctica mediante cuestionario y su correlación con variables psicosociales. Este tipo de trabajos son los más frecuentes, y analizan una gran extensión de variables, cuya descripción supondría una amplísima extensión. Quizás, el elemento más importante de tal descripción sería la posibilidad de encontrar, para casi todas las variables analizadas, estudios que hablan de una relación positiva, otros que encuentran una relación negativa, y otros que no encuentran relación alguna. A modo de ejemplo, presentamos algunos resultados de este tipo de estudios:

- Aarnio *et al.* (1997) evaluaron mediante cuestionario a 3.254 adolescentes de 16 años y encontraron que los más fumadores son menos activos.
- Droomers *et al.* (1998), en una muestra de 2.598 hombres y mujeres entre 15 y 74 años encuentran que los grupos con menor nivel educativo son más sedentarios.
- Crespo *et al.* (1999), en una muestra de 18.825 adultos mayores de 20 años, y mediante una

entrevista, comprobaron que el sedentarismo es más común en aquellas personas que tienen un menor nivel de estudios y menor nivel de ingresos.

- Gordon-Larsen *et al.* (2000) evaluaron 17.766 adolescentes norteamericanos mediante un cuestionario y establecieron las correlaciones entre la actividad física y el sedentarismo respecto a variables del entorno y sociodemográficas. Un alto índice de delincuencia y crímenes se asoció a un aumento del sedentarismo.
- Kraut *et al.* (2003) estudiaron mediante cuestionario la participación en actividad física en el tiempo libre de 3.818 hombres adultos judíos, analizando la influencia del estado civil, creencias y prácticas religiosas, lugar de nacimiento, consumo de tabaco, sobrepeso, educación recibida, participación en actividades deportivas organizadas en la escuela, etc. Los trabajadores religiosos eran menos activos que los no religiosos, posiblemente por las obligaciones que supone la religión judía y su menor tiempo libre para otras actividades.
- Dominguez-Berjon *et al.* (1998) entrevistaron a 4.171 adultos sobre su actividad física de tiempo libre y encontraron que el sedentarismo aumenta significativamente en personas con bajo nivel socioeconómico. Los hombres y mujeres con estudios primarios incompletos son más sedentarios. En hombres, trabajar

ocho horas o más con una interrupción tiene un mayor riesgo de ser sedentarios (odds ratio: 1.9) que hombres que trabajan menos horas sin interrupción. Los hombres fumadores son más sedentarios que los no fumadores.

- Pettee *et al.* (2006), en un estudio realizado en personas mayores, observan que tener pareja es una variable que determina de forma importante la práctica de actividad física, de modo que las personas casadas son más activas que las personas que viven solas.
- Cantera (1997) encuentra que la actividad física experimenta variaciones según la época del año y el día de la semana, realizando más actividad física en primavera que en invierno y durante el fin de semana que en la jornada escolar. Así, también los jóvenes que viven en el medio urbano presentan mayores niveles de actividad que los del medio rural, durante el fin de semana.
- Casimiro y Pieron (2001), mediante cuestionario, encuentran que en niños de último curso de primaria hay una correlación significativa con la práctica de sus padres, especialmente con la práctica de la madre, mientras en niños de último curso de secundaria no existe una correlación significativa. El apoyo y modelo parental son mecanismos aceptados para explicar la relación entre la práctica de los padres y la de sus hijos.

En España, especialmente, y en varios estudios internacionales, se ha prestado una gran atención al papel de las clases de Educación Física (EF), ya que su carácter obligatorio en España hasta los 16 años las convierten en un marco incomparable para intentar lograr una actitud positiva hacia la práctica del ejercicio físico. Un programa de EF de suficiente cantidad y calidad puede aumentar significativamente la actividad física moderada y/o intensa en la edad escolar. Las escuelas tienen el potencial de influenciar la actividad física habitual de los niños, incrementando la participación en actividades deportivas extraescolares, favoreciendo un desplazamiento activo al centro escolar así como proporcionando el equipamiento y supervisión adecuados a los jóvenes (Trudeau y Shephard, 2005).

En este sentido, García Montes (1997), en su trabajo de tesis doctoral encontró que las experiencias de la infancia junto al grado de satisfacción y valoración de las clases de EF recibidas, inflúan de manera determinante en los hábitos deportivos de la pobla-

ción adulta, en este caso población femenina. En su opinión, si falla el estímulo de la EF en el periodo final de la socialización, en las edades adultas no se percibirá un gran interés por la práctica del ejercicio físico, al no estar contemplado en su tabla de valores ni en su cultura.

La motivación y el gusto por las clases de EF eleva significativamente los niveles de actividad física habitual en adolescentes de ambos géneros, si bien los varones reconocen una mayor importancia de la asignatura en comparación con las mujeres. La importancia concedida a las clases de EF depende, en gran medida, de la satisfacción que el alumnado experimenta en las mismas (Torre, 1998). En una muestra de adolescentes de bachillerato sólo un 30% de los encuestados percibían mucho o bastante nivel de autosatisfacción en las clases. Sánchez Bañuelos (1996) encontró que sólo el 8% de los jóvenes se considera muy satisfecho con las clases de EF recibidas.

La peor valoración de los adolescentes, de acuerdo con White y Coakley, citados por Torre (1998), puede ser debida a un mayor aburrimiento, falta de elección entre diferentes posibilidades o alternativas, sentimiento de incompetencia, malas experiencias, rechazo de los compañeros, etc., lo que va a incidir directamente en su negativa a la participación extraescolar. Estudiantes que participan en un programa de condición física saludable desarrollan significativamente unas actitudes más positivas hacia la actividad física (Goldfine y Nahas, 1993).

La propia clase de EF, así como las actividades extraescolares (enmarcadas en el currículo escolar, pero realizadas fuera del horario lectivo), suponen un factor de influencia que también ha sido estudiado. La mayor autoestima percibida, el agrado y el afecto hacia la clase de EF, están estrechamente relacionados con la cantidad de práctica extraescolar (Casimiro, 1999). Kraut *et al.* (2003) estudiaron, mediante cuestionario, la práctica en actividad física en el tiempo libre de 3.818 hombres adultos judíos, analizando la influencia del estado civil, creencias y prácticas religiosas, lugar de nacimiento, consumo de tabaco, sobrepeso, educación recibida, participación en actividades deportivas organizadas en la escuela, etc., encontrando, entre otras cosas, que aquellos adultos que participaron en actividades deportivas extracurriculares cuando eran niños o adolescentes eran más activos (odds ratio: 3.55).

En diversos estudios nacionales e internacionales se observa que gran parte de los niños tienen una actitud positiva hacia la EF. Casimiro (1999), en un estu-

dio transversal donde valora simultáneamente a niños de último curso de primaria (12 años) y adolescentes de último curso de secundaria (16 años), encuentra una involución altamente significativa en ambos sexos de la motivación y valoración de la EF, coincidiendo con los datos del ECERS (Estudio Español sobre las Conductas de los Escolares Relacionadas con la Salud), Mendoza, 2000. En ninguno de los niveles educativos evaluados se encontraron diferencias significativas en la valoración que realizan chicos y chicas.

### 1.6. Valoración y conclusiones

El aumento de la práctica regular de ejercicio físico es uno de los grandes objetivos en las políticas nacionales de salud, debido a sus efectos positivos sobre diversas variables relacionadas con la misma. Hoy día, la información de tales beneficios está al alcance de toda la población, a pesar de lo cual, el sedentarismo en las sociedades industrializadas se ha convertido en un problema de salud. Sin lugar a dudas, existen variables que claramente condicionan el nivel de actividad física en cualquier población analizada. No obstante, otras variables muestran correlaciones con el nivel de práctica en una pequeña parte de estudios, mientras en otros se indica una correlación contraria o incluso la ausencia de tal correlación.

Ante la pregunta referida a qué variables condicionan la práctica de actividad física en niños, adolescentes, adultos y personas mayores, podemos contestar con una sola palabra: *depende*. Los diferentes estudios nacionales e internacionales dejan entrever una serie de variables que coinciden en la mayor parte de los estudios (influencia de la edad, del género, competencia percibida, etc.). Sin embargo, existe un gran cuerpo de variables que pueden o no influir en la práctica de actividad física, y que tomen uno u otro camino va a depender de diversas variables como la educación escolar, familiar, influencia de los amigos o conocidos, la cultura reinante, las políticas en materia físico-deportiva, etc. El único modo de conocer, de una forma más objetiva, aquellas variables que van a condicionar la población con la que trabaja un profesional de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, es realizar un estudio concreto sobre dicha población. Si no es el caso, este profesional debería leer aquellos estudios realizados en entornos cercanos y similares al que va a desarrollar su labor profesional.

## 2. LESIONES Y ACTIVIDAD FÍSICA: INVESTIGACIONES Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

### 2.1. Líneas de investigación

En las últimas dos décadas, y en lo que llevamos de siglo XXI, el avance en el estudio de la relación entre psicología y lesiones deportivas puede considerarse como enorme. Existe una gran diversidad de trabajos de investigación que posibilitan una mayor y mejor comprensión de las relaciones entre las lesiones y los diferentes aspectos psicológicos inherentes a ellas. A pesar de todo, tal y como indican Olmedilla, *et al.* (2006), sigue existiendo cierto déficit en aspectos metodológicos que, entre otras causas, persiste por la propia naturaleza del objeto de estudio (la investigación de la relación entre lesiones y psicología, necesariamente se debe realizar en contextos naturales, lo que dificulta su estudio) y que reclama de los investigadores un análisis pormenorizado de estos aspectos, ya que ello posibilitaría investigaciones en mayor cantidad y de mayor calidad, abriendo las puertas a futuros estudiosos en esta área, y además serviría de referencia para continuar líneas ya creadas que pueden ser perfeccionadas por otros profesionales.

En la actualidad, se pueden considerar, básicamente, dos grandes líneas de investigación:

- a) La relación psicología-lesiones: estudios cuyo objetivo es el análisis de la influencia de los factores psicológicos en la incidencia de lesiones (frecuencia y gravedad).
- b) La relación lesión-psicología: estudios acerca de las reacciones emocionales del deportista cuando se lesiona y estudios sobre la influencia de las variables psicológicas en la rehabilitación de la lesión.

Díaz (2001), tras una revisión de 89 artículos, encuentra que 43 de ellos se inscriben en el ámbito de la primera línea de investigación (la mayoría de carácter empírico) y 35 estudian la relación lesión-psicología; sólo once son considerados por la autora como artículos de carácter general. Sin embargo, uno de los aspectos más reclamados por diferentes autores (Petrie y Falkstein, 1998; Williams y Roepke, 1993), como es la publicación de trabajos que muestren intervenciones psicológicas reales, tanto para la prevención de las lesiones como para la recuperación de éstas, no aparece como sería de desear. Respecto a los primeros, Díaz (2001) encuentra sólo cuatro artículos en su

revisión; respecto a los segundos, aparecen diez; en cualquier caso porcentajes muy bajos respecto al total de la producción científica del área. Si bien es cierto que, en los últimos cinco años, comienza a surgir este tipo de artículos con una frecuencia no conocida anteriormente.

## 2.2. Investigación sobre la predicción de lesiones deportivas

El modelo de estrés y lesión de Andersen y Williams (1988), revisado por Williams y Andersen (1998), supone la superación de líneas de investigación en las que las relaciones entre el estrés y la lesión eran excesivamente lineales y no terminaban de explicar, tanto las respuestas de estrés de los deportistas, como su relación con la frecuencia y gravedad de las lesiones.

Básicamente, en términos generales, podemos considerar dos aportaciones del modelo que, en realidad, son dos grandes áreas de investigación/intervención: a) la investigación empírica debería considerar las variables psicosociales como mediadoras en la respuesta de estrés del deportista (personalidad: ansiedad rasgo, locus de control, etc.; recursos de afrontamiento: apoyo social, habilidades psicológicas, etc.); y b) los resultados derivados de las intervenciones psicológicas con muestras de deportistas para la disminución del número de lesiones (intervenciones desde la perspectiva de la prevención).

### Diseños de investigación

Dos tipos de diseños, atendiendo a la estructura temporal del estudio, son los que básicamente han utilizado los investigadores: diseños prospectivos y diseños retrospectivos. Los primeros son aquellos en los que el registro de las lesiones se va produciendo en cierto periodo de tiempo a partir del comienzo del estudio. Las variables predictoras y moderadoras se evalúan al comienzo de la temporada deportiva, antes de producirse la lesión. Los diseños retrospectivos son aquellos en los que se recogen los datos sobre un periodo de tiempo ya pasado, en el que el deportista debe recordar su lesión.

Aunque los investigadores han utilizado indistintamente un tipo u otro de diseño, para Petrie y Falkstein (1998) los diseños prospectivos son más apropiados en el estudio de la predicción de lesiones por dos razones:

- Permiten un mejor conocimiento de la relación causa efecto entre el estrés, los factores de personalidad y otras variables psicológicas y la lesión.
- Los estudios retrospectivos son difíciles de interpretar, ya que la lesión es un factor estresante en sí mismo y puede influir en los resultados de la evaluación posterior del estrés.

Sin embargo, no se pueden desdeñar los estudios retrospectivos dado que pueden facilitar el trabajo del investigador (menor tiempo de evaluación del deportista, evitando la saturación; mejor disposición de entrenadores y otros técnicos, etc.), además de ser muy eficaces e interesantes en estudios de tipo correlacional, donde no se busca una relación directa de causa-efecto. Además, como indican los propios Petrie y Falkstein (1998), los diseños prospectivos tienen algunas limitaciones que es necesario tener en cuenta: requieren tener acceso a los deportistas al inicio de la temporada, lo que no siempre es viable; generalmente requieren muestras de gran tamaño, lo que dificulta la recogida de datos; se debe ser muy cauto en las posibles inferencias causales establecidas, ya que durante el tiempo de estudio son muchas las variables que pueden contaminar los resultados; y las evaluaciones realizadas al inicio se pueden modificar a lo largo de la temporada deportiva.

### Variables de estudio

Andersen y Williams (1988), en su modelo sobre la relación entre el estrés y la lesión, proponen dos variables mediadoras (variable cuantitativa y cualitativa que afecta a la dirección y/o a la fuerza de la relación entre variables predictoras y efectos de las mismas): los recursos de afrontamiento y las variables de personalidad.

Los *recursos de afrontamiento* son aquellas habilidades que posee el deportista para enfrentarse a las diferentes demandas existentes en su práctica deportiva o en su vida familiar y social. Aunque existen problemas de conceptualización y de evaluación de los recursos de afrontamiento (Petrie y Falkstein, 1998), son muchos los autores que los han estudiado, constatando que son un factor de moderación importante en la vulnerabilidad del deportista a lesionarse (Hanson, *et al.*, 1992; Olmedilla *et al.*, 2005, 2006; Olmedilla *et al.*, 2005; Smith *et al.*, 1990).

A veces considerado como un recurso, el *apoyo social* ha sido una de las variables más estudiadas,

observándose que el nivel y el sentido (positivo o negativo) de aquél influye en las relaciones entre el estrés y la lesión (Petrie, 1993; Petrie y Falkstein, 1998), siendo un factor muy importante de protección frente a las situaciones estresantes del deportista (Robbins y Rosenfeld, 2001).

Respecto a las variables de personalidad, las más estudiadas han sido el *locus de control* (Kolt y Kirkby, 1996; Labbe, *et al.*, 1991; Pargman y Lund, 1989) y la *ansiedad rasgo competitiva* (Blackwell y McCullagh, 1990; Hanson *et al.*, 1992; Olmedilla, 2005; Olmedilla *et al.*, 2005; Smith, 2001), relacionándola con diferentes variables asociadas (situaciones de tensión y estrés, autoconfianza, etc.), así como con las estrategias de afrontamiento propias de los deportistas, demostrando ser una variable de gran peso en la relación estrés y lesión.

Los eventos vitales estresantes han sido una de las variables situacionales más ampliamente estudiada como factores de vulnerabilidad a la lesión; las investigaciones al respecto han hallado relación entre vulnerabilidad a la lesión y eventos vitales negativos (Díaz *et al.* 2004; Meyer, 1995; Palmeira, 1999; Rogers y Landers, 2005), eventos vitales positivos (Blackwell y McCullagh, 1990; Hanson *et al.*, 1992) y eventos vitales como suma de los anteriores (Hardy y Riehl, 1988; Kerr y Minden, 1988).

### Instrumentos de evaluación

Básicamente son cinco los ámbitos de evaluación, en los que se tendrá que determinar qué variables específicas deben ser medidas: los factores estresantes (eventos vitales, problemas diarios y lesiones anteriores), los factores de personalidad (ansiedad, locus de control, búsqueda de sensaciones, autoconcepto, etc.), los recursos de afrontamiento (apoyo social y habilidades de afrontamiento), variables psicológicas y psicofisiológicas (procesos atencionales y fisiológicos) y las lesiones (criterios para determinar la lesión, gravedad de la misma, etc.).

Han sido muchos los instrumentos propuestos por los autores para evaluar las variables de estudio, al menos las de carácter psicológico; sin embargo, muchas de las críticas a investigaciones anteriores se han centrado, precisamente, en la posible inadecuación de los instrumentos (poca fiabilidad y validez, así como la utilización de cuestionarios generalistas para la evaluación de variables en contextos muy específicos). Para una revisión general de esta proble-

mática se puede consultar el trabajo de Petrie y Falkstein (1998), la revisión de Olmedilla (2005) o, para la evaluación específica del estrés en contextos deportivos, el excelente trabajo de Márquez (2006).

La medición de las lesiones se ha basado principalmente en diferentes sistemas estandarizados de clasificación (NAIRS, CIRS, NCAA), de ámbito norteamericano, utilizando criterios médicos y a veces de los propios entrenadores deportivos. En general, tal y como indica Olmedilla (2005), la mayoría de autores han establecido los siguientes criterios para la categorización de las lesiones:

- Número de lesiones sufridas en un periodo de tiempo determinado.
- Situación en la que se produce la lesión: entrenamiento o competición.
- Tipo de lesión:
  - Muscular: contracturas, distensiones, roturas.
  - Ósea: referida a los huesos; fracturas, gonalgias.
  - Tendinitis: inflamación de los tendones.
  - Contusiones: lesión traumática producida en los tejidos vivos por choque violento, golpes.
  - Otras: las no especificadas anteriormente, aplastamientos, fascitis, lumbalgia.
- Gravedad de la lesión, teniendo como criterio de clasificación el tiempo que el deportista deja de practicar deporte y el número de entrenamientos y/o competiciones perdidas. Así se establece la siguiente denominación:
  - Lesión leve: requiere tratamiento e interrumpe al menos un día de entrenamiento.
  - Lesión moderada: requiere tratamiento, obliga al deportista a interrumpir seis días o más su participación en entrenamientos y puede perder alguna competición.
  - Lesión grave: supone de uno a tres meses de baja deportiva; a veces requiere hospitalización, incluso intervención quirúrgica.
  - Lesión muy grave: supone más de cuatro meses de baja deportiva; a veces produce una disminución del rendimiento de manera permanente, precisando rehabilitación constante para evitar empeoramiento.

## **Análisis estadísticos**

Dado que el planteamiento del problema científico está basado en el modelo de estrés de Andersen y Williams (1988), en el que se explica la intervención de diferentes variables mediadoras en la relación estrés y lesión, las fórmulas estadísticas utilizadas por muchos autores (ANOVAS generalmente), aun siendo válidas, no terminan por explicar realmente esta influencia. La respuesta al estrés, definida como una relación bidireccional entre las valoraciones cognitivas y las alteraciones fisiológicas y atencionales, es la clave para entender el riesgo de lesión del deportista, ya que aunque en el modelo existen otras variables mediadoras (personalidad, historia de estrés y recursos de afrontamiento) que influyen esta respuesta, realmente es ésta la que afecta a la vulnerabilidad a la lesión. En este sentido, algunos autores proponen utilizar procedimientos de análisis múltiples, como Covariance Structure Modeling (CSM), que parecen ser más adecuados que los análisis de regresión múltiple (Petrie, 1992; Petrie y Falkstein, 1998; Williams y Roepke, 1993).

## **Intervenciones psicológicas para la prevención**

Los estudios que han tratado programas de prevención de lesiones son muy pocos comparados con el amplio espectro de investigaciones empíricas acerca de las relaciones entre psicología y lesión. Probablemente las dificultades de llevar a cabo este tipo de trabajos son muchas y, a veces, insalvables, dado que se ha de trabajar de forma ecológica, es decir, donde se produce el hecho deportivo y, por ende, la lesión (en los entrenamientos, competiciones, etc.). A pesar de esto, podemos encontrar algunos estudios muy interesantes que ofrecen apoyo empírico a la efectividad de la intervención psicológica para prevenir lesiones (Davis, 1991; Johnson *et al.*, 2005; Kerr y Goss, 1996; May y Brown, 1989; Perna *et al.*, 2003; Schomer, 1990).

Tal y como indican Johnson *et al.* (2005), los modelos clínicos de terapia breve se adaptan perfectamente al ámbito deportivo y suelen ser utilizados en la intervención. En general, suelen utilizar programas basados en el entrenamiento cognitivo-conductual para el control del estrés (CBSM), basándose en la *inoculación de estrés* de Meichembaum (1985), o bien en programas de entrenamiento mental para el

desarrollo de habilidades de afrontamiento, como el realizado por Johnson *et al.* (2005), en el que incluye la relajación somática y cognitiva, entrenamiento en el manejo de la tensión en situaciones competitivas, establecimiento de objetivos, entrenamiento en atribuciones y autoconfianza e identificación y discusión respecto a acontecimientos deportivos cotidianos.

## **Sugerencias para futuras investigaciones**

Respecto a las muestras, algunos criterios a tener en cuenta son: el tipo de deporte, ya que para algunos autores la elección de un solo deporte puede anular la variabilidad existente entre diversos deportes en aspectos como el historial de lesiones o nivel de experiencia; el tamaño, pudiendo utilizar muestras amplias en estudios descriptivos y muestras más reducidas en estudios longitudinales o que incluyan intervención; el estado respecto a la lesión de los sujetos, sugiriéndose (Williams y Roepke, 1993) que los deportistas no estén lesionados en el momento del estudio; el nivel competitivo, utilizar deportistas de similar nivel competitivo hace más controlable aspectos como estilos de vida o sistemas de entrenamiento.

Respecto a las variables, es importante definir de manera operativa los acontecimientos vitales estresantes (negativos, positivos, menores, mayores, diarios, etc.); medir las variables psicosociales en varias ocasiones, sobre todo en diseños prospectivos; tener en cuenta las diferentes relaciones entre las variables psicosociales, para establecer diseños que nos permitan profundizar en el análisis de la influencia de estas interacciones en la incidencia de la lesión deportiva.

Respecto a los programas de intervención psicológica para la prevención de lesiones, cabe señalar que éstos posibilitan contrastar empíricamente los supuestos teóricos de los que se parte; la publicación, en los últimos años, de este tipo de trabajos permiten tener una visión ecológica muy interesante de los problemas que entrañan y de las posibilidades que ofrecen.

## **2.3. Investigación sobre la rehabilitación de lesiones deportivas**

El estudio de las reacciones emocionales de los deportistas al lesionarse y de la influencia de las variables psicológicas en la rehabilitación de la lesión está siendo muy bien documentado por los trabajos de Brewer y sus colaboradores (Brewer *et al.*, 2002, 2003a, 2003b) y de otros autores (Myers *et al.*, 2004;

Scherzer *et al.*, 2001) que, en su mayoría, adoptan el modelo integrado de respuesta psicológica a la lesión y al proceso de recuperación de Wiese-Bjornstal *et al.* (1998) como base de sus investigaciones.

Tal y como indican Wiese-Bjornstal *et al.* (1998), los dos modelos fundamentales que proporcionan marcos de referencia para comprender la respuesta psicológica a la lesión son los modelos de estrés (derivados del modelo propuesto por Andersen y Williams (1988) respecto al análisis de la relación factores psicológicos y vulnerabilidad a la lesión) y los modelos del proceso de dolor (derivados del trabajo de Kubler-Ros (1969) respecto a las reacciones emocionales ante el dolor, establecidas en cinco etapas). Sin embargo, algunos autores consideraron que la respuesta ante el dolor, podía ser “una respuesta emocional frente a la pérdida percibida y un proceso caracterizado por manifestaciones conductuales y psicológicas” (Evans y Hardy, 1995). Por lo tanto, los modelos del proceso del dolor pueden ser subsumidos por un modelo integrado más amplio del proceso de estrés, tal y como proponen Wiese-Bjornstal *et al.* (1998). En líneas generales, este modelo se basa en el principio de que los factores anteriores a la lesión y posteriores a la misma influyen en la respuesta psicológica, que será cambiante a lo largo del tiempo de forma dinámica, y la recuperación del deportista, tanto psicológica como física, es la consecuencia de este proceso. En definitiva, el modelo integra los componentes del modelo de predicción de la lesión (Andersen y Williams, 1988) y los componentes de la respuesta a la lesión que se han identificado empíricamente (Wiese-Bjornstal, 1994).

En cualquier caso, el objetivo de los psicólogos que trabajan en la rehabilitación de los deportistas lesionados es conseguir la mejor recuperación mental posible de éstos, así como acelerar su vuelta a la práctica deportiva. En este sentido, se han identificado algunas respuestas conductuales y psicológicas como básicas para el estudio del deportista lesionado: auto-percepción después de la lesión, estrategias de afrontamiento, reacciones emocionales, nivel de adherencia a la recuperación, factores psicológicos asociados a la lesión, el apoyo social y la interacción entre equipo médico y deportista (Brewer, 2003).

### Diseños de investigación

En general, se han utilizado diseños basados en modelos teóricos (Brewer *et al.*, 2003b; Urdí *et al.*, 2003) que incorporan un análisis desde la perspectiva del desarrollo (Weiss, 2003), permitiendo una

mejor comprensión de las relaciones entre los factores psicológicos asociados a la lesión y su influencia en los procesos de recuperación. Tal y como propone Weiss (2003), los estudios basados en el desarrollo pueden realizarse de tres formas: primero, seleccionando muestras de igual etapa de desarrollo, tanto físico como cognitivo; segundo, comparando diferentes grupos de edad pertenecientes a los periodos más importantes del desarrollo; y tercero, estudios de caso longitudinales analizando aspectos muy específicos de gran interés. Las razones para adoptar una perspectiva del desarrollo (Brewer, 2003) son: el riesgo de lesión varía en función de las diferentes etapas de la vida del deportista, las reacciones emocionales negativas respecto a la lesión tienden a disminuir según se avanza en edad, existe una gran diversidad de práctica deportiva en función de las diferentes etapas de la vida, y las diferencias en el desarrollo de la identificación deportiva, junto a otros factores deportivos, influyen en las respuestas a la lesión.

Algunos de los aspectos más importantes que se deben tener en cuenta en el diseño de las investigaciones son: la selección de las variables de estudio, la utilización de grupos control y aspectos deportivos específicos.

En cuanto a las variables, la mayoría de autores han incluido variables personales y psicosociales. Se pueden destacar aquellas que se han centrado en muestras de adolescentes y jóvenes: identidad, auto-eficacia, apoyo social (referido a padres, entrenadores e iguales), respuestas emocionales (ansiedad, tensión, etc.), motivación (intrínseca, automotivación) y competencia (adherencia a la rehabilitación). Wiese-Bjornstal *et al.* (1998) realizan una exhaustiva revisión de factores psicosociales relacionados con la lesión deportiva, resaltando el perfeccionismo, el riesgo, la competencia percibida, los estresores vitales y los recursos de afrontamiento como los más importantes en niños y adolescentes; y el hecho de entrenar o jugar “semilesionado”, los lazos familiares, la vulnerabilidad social (influencia de entrenadores) son los más destacados en deportistas adultos y profesionales.

En cuanto a la utilización de grupos de control, Weiss (2003) señala que es fundamental para el estudio desde una perspectiva del desarrollo, homogeneizando el tipo de lesión (Brewer *et al.*, 2003; Tripa *et al.*, 2003; Udry *et al.*, 2003) y utilizando una misma clínica de medicina deportiva.

Por último, otros de los aspectos tenidos en cuenta por los investigadores han sido los puramente deportivos, como el nivel competitivo y la experiencia

deportiva, que en muchas ocasiones van de la mano, dado que al aumentar la experiencia puede aumentar el nivel de competición, aspectos que los investigadores deben diferenciar y clarificar exactamente para una evaluación fiable y válida.

### **Instrumentos de medida y problemas estadísticos**

En general, ambos aspectos tienen que ver, fundamentalmente, con la formación de muestras en las investigaciones. Dado que la edad es un elemento que se ha tomado como referencia para realizar estudios desde la perspectiva del desarrollo, tal y como indica Weiss (2003), los instrumentos de medida han de adaptarse al nivel de desarrollo de los sujetos; dicho de otra manera, seguramente una misma variable deberá medirse por instrumentos diferentes en muestras de niños, jóvenes, adultos o mayores. Además, pueden existir aspectos que, por su naturaleza, sean susceptibles de evaluar a través de métodos cualitativos, y no sólo con técnicas cuantitativas. Estas cuestiones determinarán la utilización de procedimientos estadísticos específicos, como podemos ver en las observaciones, breves pero sugerentes, de Weiss (2003).

### **Sugerencias para futuras investigaciones**

Respecto a los diseños, se sugiere utilizar como base los modelos teóricos, como por ejemplo el de Wiese-Bjornstal *et al.* (1998), que permiten una visión integrada de los procesos de recuperación de los deportistas, así como utilizar diseños de medidas repetidas (momento anterior a la lesión, durante la lesión y la vuelta a la actividad deportiva) en los que el proceso de estrés, junto a los factores asociados, pueda ser evaluado en cada una de las fases. Igualmente, la utilización de grupos de control ayudará

a separar las variables mediadoras que afectan a los deportistas lesionados de los no lesionados.

Respecto a las muestras, es importante homogeneizar el tipo de lesión (su gravedad, pronóstico, tiempo de recuperación, etc.). Cabe destacar los numerosos trabajos realizados con deportistas que han sufrido lesiones consideradas como graves, y más concretamente lesiones de rodilla con necesidad de intervención quirúrgica; el largo periodo de recuperación permite realizar estudios con una estructura más longitudinal y estudiar los procesos psicológicos por los que el deportista pasa a lo largo de la rehabilitación (Scherzer *et al.*, 2001; Schwenz, 2002). Realizar investigaciones desde la perspectiva del desarrollo, tomando los grupos de edad como base de estudio de acuerdo con las recomendaciones de Weiss (2003) y de Brewer (2003) y en línea con los trabajos de Tripa *et al.*, (2003), Newcomer y Perna (2003) o de Urdí *et al.* (2003); en general, y dado el incremento que año tras año se produce en las lesiones de jóvenes deportistas, sería prioritario dirigir las investigaciones hacia estas poblaciones, estableciendo diseños específicos, instrumentos de medida y procedimientos estadísticos adecuados, así como considerar el análisis de las relaciones edad-género y las diferentes etapas de los adolescentes.

Por último, indicar que aspectos específicos de la rehabilitación, como la adherencia al tratamiento (Brewer *et al.*, 2002, 2003a, 2003b; Scherzer *et al.*, 2001), el estudio de ésta en situaciones de intervención psicológica (Myers *et al.*, 2004), o variables como el apoyo social, considerado como un factor muy importante para la recuperación de la lesión por su relación con el estado anímico (Evans *et al.*, 2000; Henert, 2000; Johnston y Carrol, 2000; Magyar y Duda, 2000), suponen objetos de investigación muy importantes y sugerentes que pueden proporcionar una información muy válida para la mejor y más pronta recuperación del deportista lesionado.

## **PARTE IV**

---

### **EL CONTROL Y PRESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD FÍSICA PARA LA SALUD**



# Evaluación del estado de salud en un marco no médico

José Antonio de Paz Fernández, Fernanda de Souza Texeira y David García-López

## OBJETIVOS

- Analizar la importancia que para la buena práctica profesional tiene el examen preparticipación.
- Conocer los principales factores de riesgo vital de la práctica del ejercicio.
- Presentar algunos modelos de cuestionario preparticipación.
- Aprender a cuantificar el riesgo cardiovascular de los participantes en programas de la actividad física.
- Proponer un protocolo de evaluación previo a la participación en un programa de actividad física.

## 1. INTRODUCCIÓN

La salud sobrepasa con creces el ámbito físico como se refleja en la mayoría de las múltiples definiciones de salud. Pero por razones de concreción, en este capítulo nos referiremos únicamente a la evaluación del estado de salud en el ámbito físico.

Afortunadamente la práctica de la actividad física va arraigándose cada vez más en los hábitos de las personas, sin duda facilitado por las evidencias de los múltiples beneficios que la misma produce en la salud-bienestar. Por ello el número de practicantes habituales se va incrementando de día en día. Desafortunadamente también aumenta la frecuencia con la que se informa en los medios de comunicación de hechos desgraciados acaecidos durante la práctica deportiva. Hechos en ocasiones considerados como accidentes (“suceso eventual que altera el orden regular de las cosas sin que sea parte de su esencia o naturaleza”) y otros como lesiones (“daño o detrimento corporal causado por el mal uso o el sobre-uso de un órgano o segmento corporal”).

Las lesiones no son producidas necesariamente en el contexto de los accidentes. La probabilidad de que acontezca una lesión está determinada por dos grupos de factores principales: el primero es la *duración-intensidad-modo* de la actividad muscular y el

segundo las *anomalías anatómicas o funcionales pre-existentes* en los practicantes de la actividad física.

Sin embargo los accidentes sí suelen ir seguidos de lesiones corporales más o menos graves que con frecuencia afectan al aparato locomotor, pero que también pueden afectar hasta a la vida.

Estos accidentes ocupan cada vez más tiempo en los juzgados y afectan cada vez más a profesionales de la actividad física y el deporte. Estas dos razones apuntadas ponen de manifiesto la necesidad que el profesional de la actividad física tiene de detectar aquellas situaciones de riesgo desmedido o no tolerable, que las personas a las que orienta o dirige tienen, considerando el tipo e intensidad del programa de ejercicio por él propuesto y el *lugar -instalación-equipamientos* empleados. Esta necesidad de prevención tiene su origen en incrementar la seguridad y eficacia del ejercicio (*máximos beneficios, mínimos riesgos*), además de incrementar la seguridad jurídica del profesional de la actividad física.

Por estas razones es *imprescindible* la *evaluación del estado de salud previo a la realización de un programa de actividad física concreto*.

Este concepto de evaluación del estado de salud puede conducir al profesional de la actividad física a la falsa creencia de que no es él quien debe hacerlo y pensar que es el médico a quien compete dicho papel

(pensamiento alimentado a menudo por los que somos médicos). Esta confusión se incrementa de manera gigantesca por:

- a) La falta de regulación jurídica.
- b) La falta de criterios reconocidos por los propios colegios profesionales (tanto por el Consejo General de Colegios Oficiales de Licenciados en Educación Física como por la Organización Médica Colegial).
- c) La ausencia de un posicionamiento o consenso por parte de una institución española científica-profesional reconocida.

Estas falsas creencias, más o menos fundamentadas, no eximen al profesional de la actividad física de su responsabilidad en la buena práctica profesional. Y se ha de enfatizar que:

- a) Es él quien se responsabiliza de orientar, dirigir o conducir la práctica de la actividad física de unas personas concretas.
- b) Es a él a quien se le va a exigir el conocimiento del riesgo que supone esa actividad física concreta en esa persona concreta.
- c) Es a él a quien se le va a demandar cuáles han sido las prácticas valorativas y preventivas que ha llevado a cabo, o que ha exigido de manera previa a la realización de la actividad física.

Hasta ahora, y cuando se hace, se cubre la insuficiente buena práctica con un endeble papel que llamamos *reconocimiento médico*. Reconocimiento médico que cuando es solicitado por el profesional de la actividad física, raramente explicita al médico cuál es el tipo de actividad que va a realizar esa persona, con lo que no se valora el riesgo que tiene esa persona concreta al hacer la actividad física, apenas únicamente se valora la presencia o no de enfermedades más o menos aparentes, en función de la profundidad del mencionado reconocimiento.

Todo esto nos ha conducido a intentar proponer un protocolo de actuación basado en el buen sentido y en el conocimiento profesional y científico.

## **2. RIESGO DE ACCIDENTE Y/O LESIÓN DURANTE LA PRÁCTICA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA**

Al hablar de la necesidad de la valoración del riesgo de accidente o lesión durante la práctica del ejercicio físico ya estamos dando por hecho que dicha práctica

conlleva un cierto riesgo. Existen numerosos estudios y evidencias de la realidad de este hecho.

Los sistemas corporales más frecuentemente afectados por lesiones o accidentes, ocurridos durante la práctica deportiva, son el aparato locomotor y el aparato cardiovascular.

### **2.1. Las afectaciones del aparato locomotor**

Las afectaciones del aparato locomotor dependen en buena medida del deporte practicado, de la buena o mala técnica deportiva, de los medios utilizados para el ejercicio, de las condiciones de las instalaciones deportivas. Estas afecciones son las fracturas óseas de estrés o sobreuso, patológicas en el contexto de la osteoporosis, o las producidas por contusiones. Los músculos son asiento frecuente también de lesiones del tipo de contracturas musculares o roturas fibrilares. Los tendones por contusiones o por sobresolicitación experimentan a menudo las inflamaciones que denominamos tendinitis. Pero sin duda son los ligamentos extraarticulares los que con más frecuencia sufren las consecuencias del accidente deportivo, en forma de esguinces. El profesional ha de prevenir estas afectaciones mediante el uso adecuado de equipamientos deportivos, enseñar la técnica correcta y, en las personas que presentan de forma repetida estas lesiones, aconsejar una consulta médica y un procedimiento rehabilitador.

### **2.2. Las afectaciones del aparato cardiovascular**

Las afectaciones del aparato cardiovascular son menos variadas, generalmente mucho más graves, pudiendo afectar a la misma vida. La incidencia estimada de muerte súbita durante la práctica del ejercicio varía de unos estudios a otros, pero podríamos decir que la incidencia es de 1/200.000/año en deportistas jóvenes (una muerte cada año por cada 200.000 que practican ejercicio) y de 1/18.000/año (una muerte cada año por cada 18.000 que practican ejercicio) en el grupo mayor de 35 años. La barrera de los 35 años se ha asumido de forma general tras los pioneros estudios de Marron, en los que determinó una diferente proporción de causas de muerte durante la realización del ejercicio en personas con edad inferior a los 35 años que en los que tenían una edad superior a ésta. En España podemos asumir que el número de perso-

nas que practican de manera regular ejercicio físico es superior a los 12 millones de personas. Por ello, con los exámenes preparticipación y con las estimaciones del riesgo del ejercicio, lo que se busca principalmente es detectar el riesgo cardiovascular por ser el más dramático y con más graves repercusiones. Las causas de muerte más frecuentes en general en la población son las enfermedades cardiovasculares. También la causa de muerte no traumática, durante la práctica de la actividad física, es la de naturaleza cardiovascular. Y son muy pocas las enfermedades cardiovasculares que se producen de manera aguda. La inmensa mayoría de las enfermedades cardiovasculares son crónicas, evolutivas y a menudo la persona que las posee lo desconoce, al menos hasta que estas enfermedades a medida que evolucionan limitan la capacidad funcional o se complican de forma aguda. A modo de ejemplo, y para clarificar este punto, podemos decir que en general el infarto agudo de miocardio no es estrictamente una enfermedad aguda, es una enfermedad crónica (la aterosclerosis) que se complica en un momento concreto manifestándose entonces, por ejemplo, en forma de infarto de miocardio. Es decir, la enfermedad crónica subyacente es la aterosclerosis, y la complicación de la misma es el infarto agudo de miocardio. No son pocos los infartos evitables, y sus consecuencias, tanto durante la práctica de la actividad física como fuera de este ámbito, si se conociera la existencia de la aterosclerosis coronaria, pues cuando se diagnostica la persona ya lleva años padeciéndola. La misma explicación se puede aplicar a otras enfermedades como la hipertensión arterial o la diabetes. De los muchos estudios existentes sobre la más dramática de las complicaciones durante la práctica del ejercicio, la muerte, que por ser inesperada se denomina súbita, comentaremos aquí únicamente un estudio español realizado en el Instituto de Toxicología de Madrid a partir de autopsias realizadas a personas fallecidas durante la práctica de la actividad física desde 1995 a 2001.

En la Tabla 16.1 se recogen las causas detectadas mediante estudios necrópsicos y toxicológicos de las muertes acontecidas durante la práctica de la actividad física, principalmente en el área de Madrid. Estos datos recogidos tienen más importancia que la meramente descriptiva, dado que sabiendo la causa de esas muertes podemos establecer la probabilidad que hubiera existido de determinar la existencia de la enfermedad crónica subyacente y por tanto conocer el riesgo que estos pacientes corrían al practicar diferentes tipos e intensidades de actividad física, y por tanto

realizar el ejercicio de manera más segura, primando los beneficios sobre el riesgo.

En la Tabla 16.2 mostramos los antecedentes sintomáticos que estas personas habían tenido antes de su súbita defunción.

Estos tipos de estudios nos sirven para crear los instrumentos que se deben emplear para la valoración preparticipación en programas de actividad física, pues se calcula el valor predictivo de los síntomas y de los factores de riesgo que presentaban los afectados.

### 3. VALORACIÓN DEL ESTADO DE SALUD. VALORACIÓN DEL RIESGO PREVIO A LA PRÁCTICA DEL EJERCICIO

---

La valoración de la salud se puede realizar atendiendo al ancestral concepto de salud = ausencia de enfermedad, que por desgracia es la forma más habitual de valorarla o atendiendo a un concepto más actual de salud entendida como capacidad de funcionamiento. Pero el fin de la valoración de salud que pretendemos es el de valorar el *riesgo concreto de esa persona concreta al hacer una actividad física concreta*.

Teniendo presente que sólo se puede hacer una valoración (*estimación*) del riesgo y no se puede garantizar la ausencia total del mismo, esta valoración por razones de operatividad, de coste y de coste/rendimiento, se debe realizar de manera secuencial. El primer agente que en el contexto de la actividad física debe realizar esta valoración es el profesional de la actividad física, atendiendo a un procedimiento general denominado como cribado o *screening*, es decir, detectar mediante sencillos procedimientos basados en la epidemiología a las personas que tienen un riesgo superior al considerado como tolerable. Algunos de estos instrumentos son exclusivos de especialistas médicos, pero otro, principalmente los instrumentos tipo autoinforme o muchos de valoración funcional, no sólo no son exclusivos de médicos, sino que deben ser empleados por el profesional de la actividad física en su buena práctica profesional.

El riesgo durante la práctica de la actividad física proviene de la interacción de los factores del participante en la actividad, de factores relativos al tipo e intensidad del ejercicio, la instalación en la que se efectúa la actividad, los equipamientos utilizados y las condiciones de humedad y temperatura.

**Tabla 16.1.** Causas de muerte súbita asociada al deporte (1995-2001).

Causa	No. de casos	Edad (años)	Sexo	Anatomía patológica	Deporte
Total	61	11-65 (31,9 ± 14,2)	59 V 2 M		Ciclismo (21). Fútbol (13). Gimnasia (5). <i>Footing</i> (4). Pala/frontón (4). Baloncesto (2). Otros (12).
EAC.	25 (40,9%)	28-65 (44,4 ± 9,4)	25V	Ateroma (88%). Cicatrices (56%). IAM (8%). Trombosis (28%).	Ciclismo (11). Fútbol (4). Gimnasia (2). Frontón (2). <i>Footing</i> (2). Pala, montaña, marcha, otro (4).
MCA.	10 (16,3%)	13-39 (25,5 ± 8,3)	10V	Biventricular (4). VD (2). VI (2).	Ciclismo, frontón, tenis, gimnasia, maratón (5). Fútbol (3). Otro deporte (4).
MCH.	4 (6,5%)	11 30 44 45	V V V M	Cor: 252 g (simétrica). Cor: 405 g (simétrica). Cor: 478 g (simétrica). Cor: 401 g (simétrica).	Gimnasia. Ciclismo. Ciclismo. <i>Footing</i> .
HVI.	3 (4,9%)	28 20 18	V V V	Cor: 512 g (?). Cor: 528 g (↑34%). Cor: 459 g (↑20%).	Otro deporte. Baloncesto. Fútbol.
Fibrosis miocárdica.	2 (3,2%)	20 17	V V	Fibrosis VI subepicárdica. Fibrosis VI-VD.	Baloncesto. Ciclismo.
MCD.	1 (1,6%)	14	V	MCD (Cor: 550g).	Fútbol.
Anomalías coronarias.	2 (3,2%)	22 16	V V	CI en seno derecho. CD entre aorta y pulmonar. Fibrosis VI posterior.	Ciclismo. Fútbol.
Valvulopatía aórtica.	2 (3,2%)	12 15	V V	EA supraavicular. Válvula bicúspide complicada.	Gimnasia. Otro deporte.
CIA.	1 (1,6%)	17	V	CIA 9x10 mm. Hipertrofia VD.	Ciclismo.
Flecainida.	1 (1,6%)	51	V	Cor: 464 g	Ciclismo.
Indeterminada.	10 (16,3%)	15-19 (20,2 ± 5,3)	9 V 1 M	Sin alteraciones significativas.	Ciclismo (3). Fútbol (3). <i>Footing</i> (1). Badminton (1). Otro deporte (2).

CD: coronaria derecha; CIA: comunicación interauricular; CI: coronaria izquierda; Cor: corazón; EAC: enfermedad ateromatosa coronaria; EA: estenosis aórtica; HVI: hipertrofia ventricular izquierda idiopática; IAM: infarto agudo de miocardio; MCA: miocardiopatía arritmogénica; MCD: miocardiopatía dilatada; MCH: miocardiopatía; VI: ventrículo izquierdo; VD: ventrículo derecho.

**Tabla 16.2.** Antecedentes sintomatológicos de los casos de muerte súbita asociada al deporte (1995-2001).

Edad/sexo	Antecedentes	Causa muerte	Deporte
1. 41/V	Dolor torácico y brazo izquierdo días antes. Tratado por masajistas.	EAC crónica.	Ciclismo.
2. 39/V	Síndrome de Wolff-Parkinson-White.	EAC crónica.	Ciclismo.
3. 55/V	Síncopes en relación con el ejercicio.	EAC crónica.	Montañismo.
4. 55/V	Dos infartos previos.	EAC crónica.	Pala.
5. 22/V	Arritmia ventricular maligna grado IV. Padre y tío fallecidos súbitamente.	MCA.	Ciclismo.
6. 35/V	Arritmia no especificada.	MCA.	Otro deporte.
7. 13/V	Síncope el año anterior. Fatiga.	MCA.	Otro deporte.
8. 44/V	Palpitaciones un año antes. Visto por cardiólogo.	MCH.	Ciclismo.
9. 14/V	Miocarditis en la infancia.	MCD.	Fútbol.
10. 15/V	Doble lesión aórtica.	Válvula bicúspide complicada.	Otro deporte.
11. 18/V	Asmático.	HVI idiopática.	Fútbol.
12. 51/V	Arritmias.	Flecainida rango tóxico.	Ciclismo.
13. 17/V	Iba a ser intervenido 2 meses después.	CIA.	Ciclismo.
14. 29/V	Dolor precordial hace 6 meses.	Indeterminada.	Fútbol.
15. 15/V	Taquicardia al mes de edad.	Indeterminada.	Ciclismo.
16. 19/V	En tratamiento con Ventolín a demanda.	Indeterminada.	Futbito.

CIA: comunicación interauricular; EAC: enfermedad ateromatosa coronaria; HVI: hipertrofia ventricular izquierda idiopática; MCA: miocardiopatía arritmogénica; MCD: miocardiopatía dilatada; MCH: miocardiopatía hipertrófica.

En este capítulo sólo comentaremos la detección del riesgo inherente al participante en la actividad físico-deportiva, considerando además una actividad genérica prototipo de contracción muscular dinámica de bajo o medio componente isométrico, cíclica, de predominio concéntrico; lo que tradicionalmente se conoce como actividad aeróbica.

#### 4. EXAMEN PREPARTICIPACIÓN EN UN PROGRAMA DE ACTIVIDAD FÍSICA

---

Las razones que justifican la exigencia de este examen preparticipación, las podemos resumir en los siguientes puntos:

- a) Razones de tipo legal, que a pesar de la falta de normativa y legislación, esta exigencia de evaluación previa sirve para avalar la buena práctica profesional y la calidad y seguridad de la actividad.
- b) Para tratar de identificar la presencia de condiciones adversas en la persona que va a ejercitarse, que pudieran condicionar negativamente su participación en el programa concreto que pretendemos realizar. Condiciones adversas presentes, aunque no de manera única, en el aparato cardiovascular y locomotor.
- c) Ayudarnos a tomar medidas preventivas para disminuir la frecuencia de las lesiones y accidentes deportivos.
- d) Poder orientar a las personas que tienen ciertos factores predisponentes a programas de actividad física de diferentes intensidades o diferentes modos.
- e) Como herramienta pedagógica útil para integrar la actividad física en el contexto del mantenimiento de la salud integral, no sólo como práctica recreativa o social.

El examen preparticipación, clásicamente consta de una anamnesis sistematizada (cuestionario que se realiza a la persona) sobre las enfermedades que se realiza a la persona) sobre las enfermedades que sabe que padece o ha padecido tanto él como las personas de su familia (dada la influencia genética y ambiental que explica la semejanza de riesgo entre las personas de una familia), sobre los medicamentos que toma y sobre los síntomas y signos (manifestaciones clínicas) más característicos de las principales enfermedades que pueden conducir a un riesgo elevado para la práctica de la actividad física. A continuación, se procede

a una exploración física sistematizada constitucional, neurológica, del aparato locomotor, respiratorio y cardiovascular, principalmente.

Dependiendo de esta anamnesis y exploración física, se puede aconsejar o en ocasiones exigir una analítica bioquímica sanguínea, una exploración radiológica y la realización de pruebas funcionales (ECG, espirometría, ergometría...).

De este procedimiento consistente en anamnesis, exploración y pruebas complementarias, se puede/ debe esperar que el profesional de la actividad física examine a las personas a las que va a dirigir el programa, tanto si estas personas han realizado recientemente un reconocimiento médico como si no lo han realizado, pues no se trata de un trámite formal, sino que aporta información valiosa para el modo de realizar el programa en esa persona concreta. Esta información es tanto más valiosa y necesaria cuanto mayor sea la edad de la persona aspirante a participar en el programa de actividad física.

#### 5. CUESTIONARIOS PREPARTICIPACIÓN EN UN PROGRAMA DE ACTIVIDAD FÍSICA

---

Existen numerosos modelos de cuestionarios, nosotros vamos a proponer dos, uno más divulgado y sencillo, y un segundo elaborado por nosotros y que es el que empleamos en nuestra actividad profesional e investigaciones.

##### 5.1. PAR-Q

El cuestionario en el ámbito de la actividad física más popular, utilizado y referenciado es sin lugar a dudas el denominado PAR-Q (*Physical Activity Readiness Questionnaire*). Este cuestionario es muy sencillo, y representa el primer nivel en la valoración preparticipación. En la Tabla 16.3 recogemos las siete preguntas sencillas de este cuestionario. Si el aspirante a participar en el programa de actividad física responde afirmativamente a alguna de las preguntas, tenemos una razón para exigir a la persona que antes de ingresar en el programa debe acudir a su médico, quien informa y certifica del riesgo que esta persona tiene al realizar el programa de actividad física que proponemos y explicitamos.

**Tabla 16.3.** PAR-Q (*Physical Activity Readiness Questionnaire*).

Ítems del PAR-Q
1. ¿Algún médico le ha dicho que tiene problemas de corazón y que sólo debe hacer actividades físicas recomendadas por un médico?
2. ¿Tiene dolor u opresión en el pecho cuando hace alguna actividad física?
3. En el último mes, ¿ha tenido dolor u opresión en el pecho cuando no estaba haciendo actividades físicas?
4. ¿Pierde el equilibrio por mareos, o ha perdido alguna vez el conocimiento?
5. ¿Tiene problemas en los huesos o articulaciones que puedan ser agravado por un cambio en su actividad física?
6. ¿Está tomando medicamentos recetados por el médico para la presión arterial o para el corazón?
7. ¿Sabe de cualquier otra razón en contra de que ejercite?

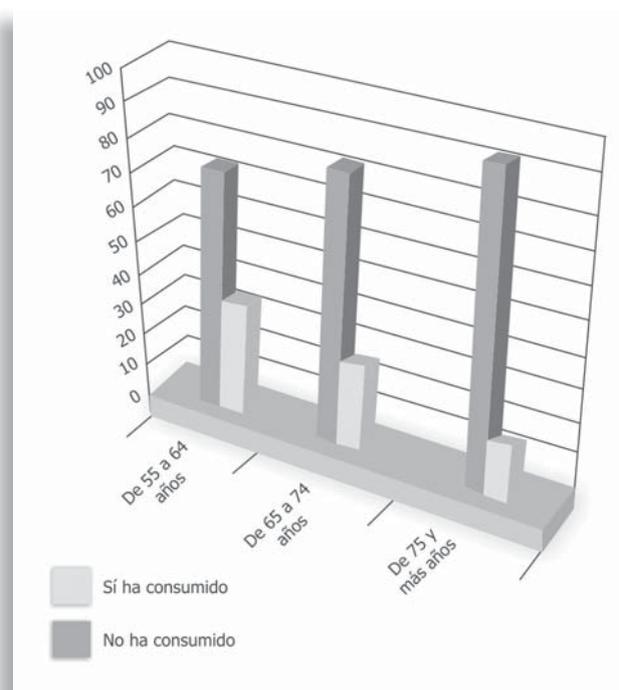
Si la respuesta es negativa a todas estas preguntas, podemos presuponer, aunque con un cierto grado de incertidumbre, que podemos conducir con prudencia un programa de actividad física para esta persona.

## 5.2. Cuestionario preparticipación UNILEON

Este segundo modelo empleado habitualmente por nosotros es más amplio y completo (Tabla 16.4). En él hemos indicado, mediante el símbolo ♥, aquellas preguntas o situaciones que pueden indicarnos, aunque sea de forma aislada, la conveniencia de dirigir a la persona a su médico para una revisión médica previa a la realización del programa de ejercicio que detallamos con nuestra solicitud. Estos ítems así señalados podemos considerarlos como cardinales pues son, de los que recogemos en este cuestionario, los que mejor nos pueden indicar el riesgo potencial que padece la persona a la que le vamos a diseñar el programa de ejercicio. En este cuestionario hemos añadido únicamente dos variables que podemos obtener en una simple exploración física, que son el peso y la talla, pues con ellas obtenemos un sencillo índice muy empleado en estudios epidemiológicos en los últimos años, que de por sí es un indicador independiente de riesgo cardiovascular. Este índice se obtiene al dividir la masa corporal en kilos entre la talla al cuadrado en metros (peso/talla<sup>2</sup>). Y aunque se pueden hacer algunas matizaciones, podemos considerarlo en general como negativo cuando este índice es superior a 30.

También queremos subrayar aquí la importancia de preguntar sobre los medicamentos que las personas están tomando, pues además de poder orientarnos sobre enfermedades que padecen y se olvidan de indicarnos cuando hacemos el cuestionario, muchos medicamentos pueden incrementar el riesgo que sufre la persona que hace el ejercicio o modificar las normales respuestas fisiológicas del organismo ante el ejercicio, como algunos antagonistas del calcio, betabloqueantes, otros hipotensores o antiarrítmicos, sin olvidarnos de los diuréticos o antidiabéticos orales o inyectables. Si desconocemos el efecto que estos medicamentos tienen sobre el ejercicio, lo mejor es que también solicitemos de manera expresa, si la toma de esos medicamentos puede interferir y cómo con la práctica del ejercicio que vamos a realizar.

Para que nos demos cuenta de la frecuencia con la que las personas toman medicamentos, mostramos en la Figura 16.1 los resultados de la encuesta de salud española del 2003 ante la pregunta de: ¿Ha tomado medicamentos en los últimos 15 días?



**Figura 16.1.** Proporción de personas que habían tomado medicamentos en los últimos quince días previos a la encuesta de salud del 2003.

Es decir, que si trabajamos con personas de más de 55 años, probablemente bastante más del 50% de ellos estarán tomando medicación, dato que no debe pasar desapercibido al profesional de la actividad física.

Tabla 16.4. Cuestionario UNILEÓN.

**NOMBRE**

Fecha de nacimiento / Edad

Actividad física o deportes que practica

Desde cuándo y de forma ininterrumpida realiza esta actividad? (MESES, AÑOS)

Peso

Talla

¿Índice de masa corporal=30?

	♥
	♥
	♥

**ANTECEDENTES FAMILIARES (madre, padre, hermanos, abuelos, tíos)**

Existen o han existido en la familia antecedentes de *Enfermedades Cardiovasculares*, como:

<i>Antecedentes familiar de muerte súbita</i>		♥
Hipertensión arterial		?
CARDIOPATÍAS (angina de pecho, infarto de miocardio, miocardiopatía hipertrófica)		?

Existen o han existido en la familia antecedentes de *enfermedades metabólicas o de la sangre*, como:

Diabetes		?
Obesidad		?
Colesterol o triglicéridos elevados		?
Anemia		?
Hemofilia		?
Leucemia		?

**ANTECEDENTES PERSONALES**

¿Ha padecido o padece enfermedad como?

Hepatitis		?
Fiebre reumática		♥
Portador virus inmunodeficiencia humana (SIDA)		?

¿Ha padecido o padece enfermedad como?

Diabetes		♥
Asma		♥
Enfermedades renales		♥
Enfermedades de la sangre		?
Enfermedades reumáticas		?

¿Ha padecido o padece enfermedades *cardiovasculares* como?

Cardiopatías congénitas (de nacimiento)		♥
Hipertensión arterial (tensión alta)		♥
Soplos		♥
Arritmias		♥
Mareos o desmayos al hacer ejercicios		♥
Dolor u opresión en el pecho		♥

¿Ha padecido o padece enfermedades *respiratorias* como?

Sinusitis		?
Otitis a repetición		?
Bronquitis de repetición		?
Neumonía		?
Derrame pleural		?
Neumotórax		?

¿Ha padecido o padece enfermedades de los *huesos, músculos y articulaciones* como?

Desgarros musculares		?
Esguinces		?
Roturas de ligamentos		?
Fracturas (tipo y localización, tiempo de inactividad y si hubo o no rehabilitación)		?
Problemas en la columna (escoliosis, cifosis, hipelordosis, etc.)		?
Osteoporosis		?
Problemas en los pies (juanetes, plano, cavo, etc.)		?

(Continúa)

(Continuación)

¿Ha padecido o padece enfermedades del *sistema nervioso* como?

Mareos en reposo		♥
Pérdidas de conocimiento en reposo		♥
Convulsiones		♥

¿Toma de forma habitual o está tomando *medicamentos*? ¿*Cuáles y para qué son*?

Usa prótesis dentales, u aparatos de ortodoncia		?
Usa lentes de contacto		?
¿Ha estado hospitalizado alguna vez? ¿cuándo y por qué?		?
¿Ha sido operado? (especificar tipo y localización y si presencia de prótesis u ortesis)		?

¿Es **fumador**? **Sí/No** ¿Desde cuándo? ¿Cuántos al día? ¿Cuántos años?

	♥
--	---

¿Toma de forma habitual o está tomando *medicamentos*? ¿*Cuáles y para qué son*?

--	--

OBSERVACIONES. ¿CONOCE ALGUNA ENFERMEDAD O CIRCUNSTANCIA ADEMÁS DE LAS QUE LE HEMOS PREGUNTADO?

--

## 6. CÁLCULO DEL RIESGO CARDIOVASCULAR

Como hemos señalado anteriormente, las más graves complicaciones no traumáticas que pueden acontecer en las personas durante la práctica de la actividad física tienen su origen en personas que (sabiéndolo o no) padecen alguna enfermedad cardiovascular. Las dos enfermedades cardiovasculares que con más frecuencia están en el origen de desenlaces fatales durante la práctica del ejercicio son la miocardiopatía hipertrófica cuando las personas son jóvenes (menos de 35 años), y la aterosclerosis de las arterias coronarias cuando las personas sobrepasan los 35 años.

La miocardiopatía hipertrófica es una enfermedad con frecuencia familiar, que consiste en la hipertrofia desmedida del músculo cardíaco que puede conducir a arritmias malignas u obstrucción súbita de la salida de sangre durante la contracción ventricular. Si no somos profesionales de la medicina, no tenemos forma de sospechar la presencia de dicha enfermedad y los más sencillos indicadores para el profesional no médico de que pueda padecer esta enfermedad la persona a la que vamos a orientar serían los que hemos preguntado en nuestro cuestionario:

a) Antecedentes familiares de muerte súbita.

b) Pérdidas de conocimiento, principalmente *durante* la realización de un esfuerzo.

Como hemos indicado, si la persona responde afirmativamente a cualquiera de estas dos preguntas, es motivo suficiente para enviarle a un médico para la realización de un examen preparticipación.

Mucho más frecuente que esta enfermedad es la aterosclerosis. Se caracteriza por el depósito dentro de la pared vascular de sustancias grasas, colesterol, productos de desecho de las células, calcio y fibrina, que suele desarrollarse en las grandes o medianas arterias (Figura 16.2).

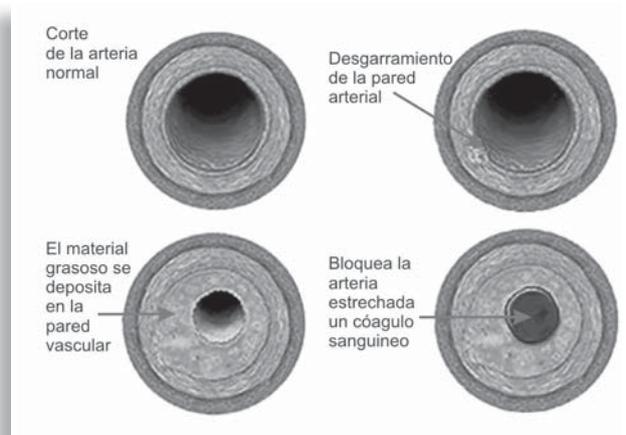


Figura 16.2. Lesión ateromatosa.

Este depósito de detritus intramural es lo que se denomina placa de ateroma. Este fenómeno es progresivo y paulatino, y cuando se hace importante puede comprometer el flujo de sangre que por la arteria circula. Pero esta placa de ateroma puede complicarse también al romperse, pudiéndose desprender u ocasionar la formación de un coágulo o trombo bloqueando por completo en ambos casos la circulación a través del vaso, fenómeno denominado isquemia, que si se mantiene produce un infarto en la zona en la que se ha interrumpido la circulación. Cuando la aterosclerosis se desarrolla en las arterias que irrigan al cerebro (arterias carótidas), se puede producir un ictus (también denominado accidente vascular cerebral, o apoplejía); cuando se desarrolla en las arterias que nutren al corazón (arterias coronarias), se puede producir un infarto de miocardio. Estas enfermedades cerebro-cardiovasculares son la causa de mortalidad de al menos el 35% de la población.

Por lo tanto es una enfermedad muy frecuente y la probabilidad de que trabajando con personas adultas, una no despreciable proporción de ellas la padezcan es muy elevada. Y en segundo lugar, hemos de tener presente que las personas que sabiéndolo o no padecen esta alteración vascular tienen un riesgo muy elevado de complicaciones isquémicas al realizar un ejercicio por encima de las posibilidades circulatorias limitadas por esta enfermedad. Esto explica:

- a) El por qué el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) aconsejaba la realización de una valoración médica, incluida analítica y prueba de esfuerzo cardiológico, en aquellas personas que se iban a incorporar por primera vez a un programa de ejercicio tras unos años de inactividad y que tuvieran más de 35 años.
- b) La necesidad de realizar un cribado para detectar a las personas que tienen más probabilidades de padecerlas.
- c) Lo aconsejable es que las personas conozcan qué factores de riesgo y el riesgo mismo que tienen de padecer esta enfermedad.

Existen numerosos métodos para el cálculo del riesgo cardiovascular, basados en diferentes estudios epidemiológicos. Todos ellos se realizan a partir de la presencia de uno o más factores de riesgo menores o mayores.

Los factores más consensuados de riesgo cardiovascular son:

Factores de riesgo mayores e independientes:

- a) Tabaquismo.
- b) Hipertensión arterial.
- c) Hipercolesterolemia.
- d) Bajo nivel de HDL colesterol.
- e) Diabetes mellitus.
- f) Edad.

**Factores de riesgo menores y dependientes**

- a) Obesidad (IMC $\geq$ 30).
- b) Obesidad abdominal (perímetro abdominal ♀ $\geq$  88 cms, ♂ $\geq$  102 cms).
- c) Inactividad física.
- d) Historia familiar de muerte súbita.
- e) Factores psicosociales.
- f) Hiperfibrinogenemia (estado protrombótico).
- g) Estado proinflamatorio (proteína C reactiva...).

En la Tabla 16.5 esquematizamos una manera de realizar el cálculo del riesgo cardiovascular, que hemos modificado a partir del propuesto por el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM).

El valor numérico del riesgo es el resultado de sumar un punto a cada una de las respuestas afirmativas de los factores de riesgo y de restar un punto en el caso de una respuesta afirmativa en la pregunta de factores protectores. Con este valor resultante se estratifica el riesgo cardiovascular atendiendo a los criterios que reflejamos en la Tabla 16.6.

El Colegio Americano de Medicina del Deporte, en función de este riesgo cardiovascular calculado y en función de la intensidad del programa de ejercicio que vaya a seguirse, en relación a la necesidad de exigir un reconocimiento médico previo y de realizar una ergometría cardiológica supervisada por un médico, aconseja lo que resumimos en la Tabla 16.7.

En la Figura 16.3 se sintetizan de manera protocolizada los procesos que hemos venido explicando, además de aconsejarnos introducir los procedimientos a seguir para la aceptación y recomendación de un programa de ejercicio para una persona que acude a nuestro gimnasio o que pretende que seamos su entrenador personal.

**Tabla 16.5.** Cálculo del riesgo cardiovascular.

<b>Síntomas mayores</b>		Dolor u opresión precordial o en el cuello o brazos durante esfuerzos. Mareos o síncope. Fatiga desmedida con pequeños esfuerzos o súbita durante la noche. Palpitaciones o taquicardias intermitentes. Claudicación (dolor en piernas al caminar una pequeña distancia, que cede con el reposo y reaparece al volver a caminar similar distancia). Conocimiento de tener un soplo cardíaco.	
			<b>Total</b>
<b>Factores de riesgo</b>	Historial familiar.	Infarto de miocardio, operación de revascularización coronaria, muerte súbita antes de los 35 años.	
	Fumador.	Fumador actual o en los 6 meses anteriores.	
	Hipertensión arterial.	P. Sistólica >140 mmHg o diastólica >90 mmHg confirmada en más de dos tomas separadas, o en tratamiento con antihipertensivos.	
	Hipercolesterolemia.	Colesterol total >200 mg/dl (5,2 mmol/l), o HDL <35 mg/dl (0,9 mmol/l), o en tratamiento con hipolipemiantes.	
	Intolerancia a la glucosa.	Glucemia en ayunas >110 mg/dl (6,1 mmol/l) confirmada en dos tomas separadas.	
	Obesidad.	IMC >30 o perímetro abdominal >68 cm en mujeres o >102 cm.	
	Estilo de vida sedentario.		
			<b>Total</b> +
<b>Factores protectores</b>	HDL.	>60 mg/dl (1,6 mmol/l).	-

**Tabla 16.6.** Estratificación del riesgo cardiovascular (ACSM).

Estratificación del riesgo cardiovascular, según el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM)	
Bajo riesgo (< factor de riesgo).	Mujeres <55 años, hombres <45 años, o más jóvenes con <1 factor de riesgo.
Riesgo moderado (>2 factor de riesgo).	Mujeres >55 años, hombres >45 años, o más jóvenes con <2 factores de riesgo.
Alto riesgo.	Personas con uno o más de los síntomas mayores o más de 2 factores de riesgo.

**Tabla 16.7.** Necesidad de examen médico y prueba ergométrica en función del riesgo cardiovascular.

		Bajo riesgo	Riesgo moderado	Alto riesgo
<b>Reconocimiento médico</b>	Programa moderado.	No necesario.	No necesario.	Recomendado.
		No necesario.	Recomendado.	Recomendado.
<b>Prueba ergométrica supervisada por un médico</b>	Test submáximo.	No necesario.	No necesario.	Recomendado.
	Test máximo.	No necesario.	Recomendado.	Recomendado.

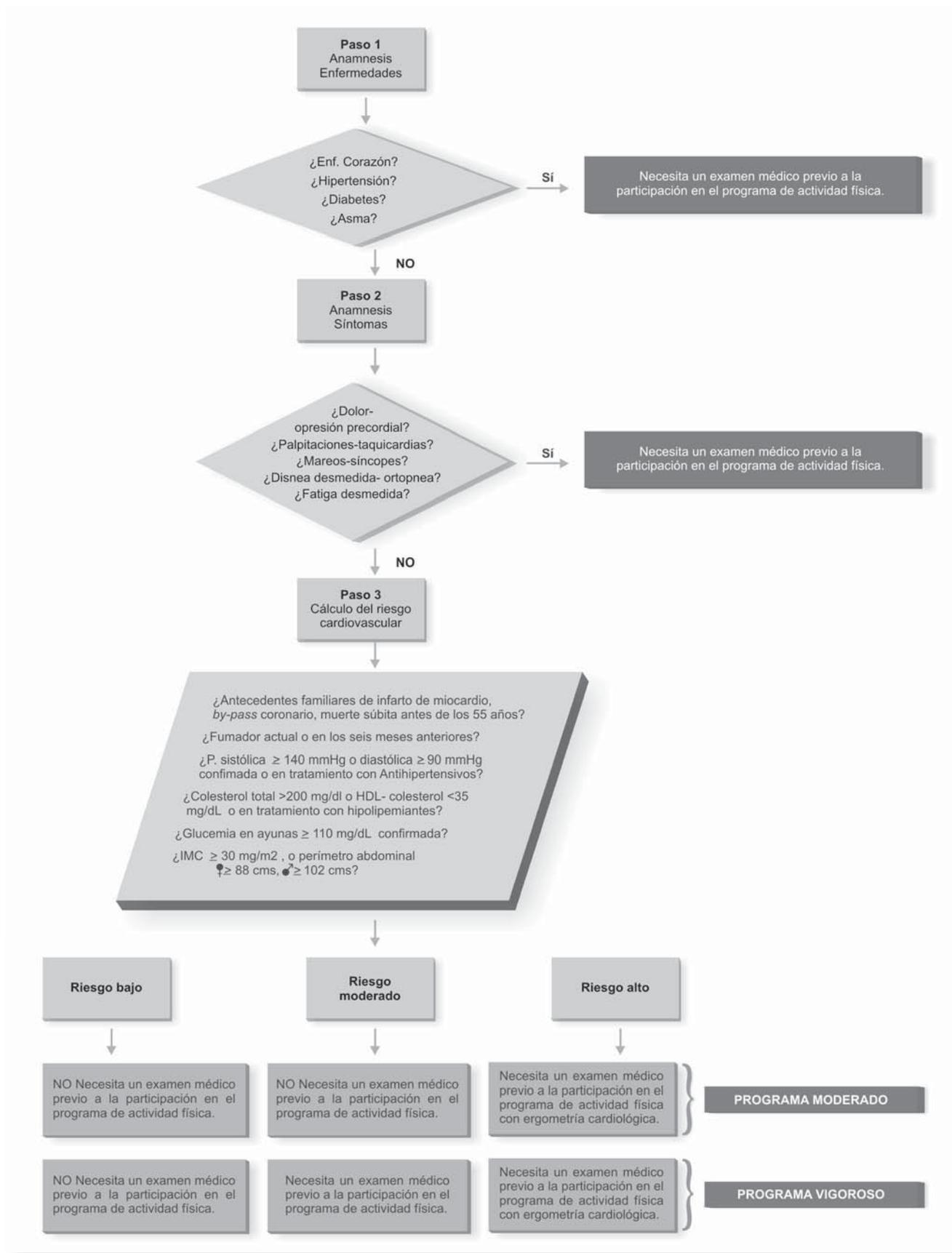


Figura 16.3. Protocolo preprograma de ejercicio.



# Evaluación de la capacidad física: selección y administración de protocolos

Nuria Garatachea Vallejo

## OBJETIVOS

- Identificar y explicar las razones para realizar los tests de capacidad física.
- Seleccionar un test apropiado a cada participante y situación.
- Conocer cómo administrar protocolos de tests apropiadamente y de forma segura.

## 1. INTRODUCCIÓN

Al igual que el conjunto de toda la obra que el lector tiene en sus manos, nos inclinamos por el concepto de *health-related fitness* a la hora de abordar el capítulo de la evaluación de la capacidad física. Por tanto, este capítulo se aborda desde la perspectiva de la salud y no desde el rendimiento deportivo.

El fitness es la capacidad física de realizar actividades diarias con vigor y sin fatigarse. Existe acuerdo entre los especialistas en que los principales componentes de la capacidad física en relación con la salud son: capacidad aeróbica, fuerza y resistencia muscular, flexibilidad y composición corporal.

Tradicionalmente se ha sobrevalorado la capacidad aeróbica y se han dejado en un segundo plano la fuerza y la resistencia muscular. Este hecho se evidenciaba tanto en el grado de desarrollo y especificidad de los métodos de entrenamiento como en los métodos de evaluación. A partir de los años 90 aproximadamente cambió la tendencia y en la actualidad se tiende hacia un equilibrio o incluso a una mayor inclinación hacia el componente muscular en el ámbito de la salud. Desde hace unos años ha habido un gran adelanto en la evaluación de la fuerza con

el diseño de nuevo instrumentos que permiten obtener resultados hasta entonces olvidados. En nuestros días, tanto la evaluación del componente de resistencia aeróbica como fuerza o resistencia muscular están muy desarrollados. En el caso de la evaluación de la flexibilidad ha habido pocos cambios y sigue siendo el componente más difícil de evaluar de forma directa. Además su valoración indirecta tiene muchas críticas.

Una de las responsabilidades de los profesionales del ejercicio físico es valorar la capacidad física de los individuos participantes en programas de ejercicio físico. Este es el primer paso previo e ineludible al diseño del entrenamiento. Solamente de esta forma se podrá individualizar el programa (Jiménez, 2007).

## 2. RAZONES POR LAS QUE EVALUAR

*Evaluación de individuos e identificación de las capacidades físicas que necesitan mejorar.* La valoración individual de la aptitud física ayuda a identificar el nivel de las diferentes cualidades específicas para definir objetivos realistas tanto a corto como a

largo plazo. La identificación de las cualidades que presentan mayores carencias permitirá conocer la cualidad que será el objetivo prioritario a mejorar.

*Planificación de programas de entrenamiento.* El diseño de los programas de ejercicio físico, tanto individualizados como en grupo, para la mejora de la movilidad funcional debe estar basado en tanta información como sea posible para maximizar la efectividad y la seguridad de los programas (ACSM, 2000). Una correcta y completa evaluación de la aptitud física ofrece información sobre el nivel de los diferentes parámetros de la condición física que será necesaria y de vital importancia para diseñar con éxito un programa de actividad física orientado hacia las necesidades específicas del individuo o del grupo.

*Evaluación del propio programa de entrenamiento.* Un estudio de Schroeder (1995) indica que pocas veces se realizan valoraciones de la condición física entre los participantes en programas de actividad física. Sin embargo, cada vez se demandan más este tipo de valoraciones para controlar la efectividad de estos programas.

*Investigación.* La investigación en el ámbito de las ciencias del ejercicio requiere en numerosas ocasiones de resultados fidedignos sobre el nivel de aptitud física de los sujetos en una amplia variedad de situaciones; se requieren valores iniciales en estudios longitudinales y prospectivos, valores postest para evaluar los efectos de una intervención y medidas exactas para correlacionar en estudios transversales.

*Motivación y adherencia.* Mediante la evaluación de la aptitud física se puede informar al individuo sobre si su capacidad física está por encima, por debajo o dentro del rango de normalidad para su condición de género y edad. Además, cuando se evalúa varias veces a lo largo del tiempo, las personas pueden motivarse para cambiar su nivel de condición física, pues conocerán si mejoran o empeoran y si lo hacen más rápido o más lento que sus compañeros.

La mayoría de las personas tienen curiosidad por conocer su capacidad física y por compararse con otras personas de su misma edad y género. Los participantes también pueden compararse con los valores normativos de los tests realizados si los hay.

*Educación.* Una interpretación cautelosa de los resultados de la evaluación física puede ayudar a los participantes a entender mejor la relación entre el nivel de fitness y su salud. Los resultados de la evaluación también pueden ayudar a dar una significación al programa de ejercicio físico del individuo para alcanzar los objetivos planteados a corto y a largo plazo.

### 3. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS TESTS

Los resultados de un test serán útiles si realmente miden lo que se supone que miden (validez) y si son repetitivos (fiabilidad). Estas dos características, validez y fiabilidad, deben estar presentes en todo test para que sea provechoso y útil; además éstas son las claves en la evaluación de la calidad del test.

#### 3.1. Validez

La validez se refiere al grado de concordancia entre lo que el test mide y lo que se supone que mide; ésta es la característica más importante de un test. A la validez en ocasiones se le denomina exactitud.

Hay varios tipos de validez, que son: validez de constructo, validez de contenido y validez referida a un criterio.

*Validez de constructo.* La validez de constructo evalúa hasta qué punto la medida del test en cuestión está correlacionada con otra medida de otro test de una manera predictiva, pero para la cual no existe un verdadero criterio o patrón. Una predicción esperada sería que las personas activas tuvieran mayores niveles de fuerza que las sedentarias. Los tests que confirmaran esta predicción aportarían pruebas a la validez de constructo de dicho test.

*Validez de contenido.* La validez de contenido se refiere hasta qué punto la selección de ítems cubre las diferentes áreas o dominios que se quieren medir y que se consideran relevantes. Por ejemplo, en una batería de tests para valorar la condición física, la validez de contenido viene dada porque incluye tests para evaluar cada uno de los componentes de la condición física y además en número proporcional a la importancia de cada componente para el rendimiento total.

*Validez referida a un criterio.* La validez referida a un criterio se refiere hasta qué punto los resultados del test se correlacionan con los resultados de otro test considerado de referencia. La validez referida a un criterio generalmente se estima calculando el coeficiente de correlación entre los resultados del test que está siendo validado y los resultados del test de referencia. Por ejemplo, si el objetivo de un test es medir la fuerza del bíceps, entonces la forma de evaluar su validez es comparar sus resultados con los resultados de otro test que ya está probado que mide realmente la fuerza del bíceps. Una alta correlación entre las dos mediciones indicaría una buena validez referida al criterio.

### 3.2. Fiabilidad

La fiabilidad es la medida del grado de consistencia o repetibilidad del test. Los resultados de un test perfectamente fiable son iguales o similares cuando se aplica a un individuo en dos ocasiones sucesivas dentro de un periodo de tiempo en que no ha cambiado su capacidad de rendimiento ni habilidad. Si el test utilizado no fuera válido, los resultados en una ocasión serían altos mientras que en la otra bajos, o bien la mera casualidad haría que los resultados fueran parecidos.

El coeficiente de fiabilidad se elabora a partir de una correlación entre dos medidas equivalentes. Sus valores oscilan entre 0 y 1 —ausencia de fiabilidad y fiabilidad perfecta—. También puede ser expresada mediante un porcentaje.

Los tests a utilizar deben ser válidos y fiables, porque los tests que ofrecen resultados altamente variables tienen muy poco significado.

## 4. SELECCIÓN DE LOS TESTS

Para la valoración de la condición física en la población general, existen multitud de tests. El evaluador será la persona encargada de seleccionar uno u otro. Esta selección debe realizarse según varios criterios que a continuación se detallan.

*Dinero.* El coste económico de los tests debe considerarse a la hora de seleccionar un test u otro. Los tests indirectos, generalmente, tienen un coste inferior que los directos. Dependiendo del presupuesto dedicado a la evaluación de la capacidad funcional, se podrá contar con tests de laboratorio o no.

*Tiempo.* El evaluador deberá considerar el tiempo que lleva administrar el test. En general, cuando se debe evaluar a un gran número de sujetos se seleccionan tests que se realicen en poco tiempo y viceversa.

*Calidad de los tests.* Una evaluación rigurosa de calidad debe apostar por seleccionar aquellos tests que gozan de una elevada validez y fiabilidad para cada sujeto. Un mismo test no tiene la misma validez ni fiabilidad para un mismo grupo poblacional. Por ejemplo: el test de caminar seis minutos para la evaluación de la resistencia aeróbica es muy válido para sujetos sedentarios pero no tanto en sujetos físicamente muy activos.

*Especificidad deportiva.* Si el evaluado realiza un programa específico centrado mayoritariamente en una especialidad deportiva concreta, es importante

seleccionar tests que se asemejen a esa especialidad. Por ejemplo, si un individuo entrena habitualmente la resistencia aeróbica en bici, la prueba de evaluación debe ser preferiblemente diseñada con un protocolo de ejercicio que requiera pedaleo.

*Experiencia y estado de entrenamiento.* En individuos muy experimentados pueden utilizarse tests que requieran un gran dominio técnico puesto que el rendimiento en el mismo no empeorará por una mala técnica. Sin embargo esos tests que demandan grandes requerimientos técnicos no son apropiados para los deportistas noveles.

*Edad y sexo.* Es importante considerar estas dos variables a la hora de seleccionar los tests.

Un test puede ser apropiado para hombres y no serlo para mujeres. Un ejemplo claro es el test de dominadas. La mayoría de los hombres pueden realizar este test mientras que por lo general las mujeres no tienen fuerza suficiente en el tren superior para realizar dominadas de forma apropiada y segura.

Igualmente determinados tests apropiados para adultos son inseguros y difíciles de realizar para las personas de edad avanzada. Del mismo modo los tests deben estar ajustados a las características fisiológicas particulares de los niños.

## 5. ADMINISTRACIÓN DE LOS TESTS

Una vez que se han seleccionado los tests a realizar es importante tener en cuenta una serie de consideraciones para llevarlos a la práctica. Estas consideraciones son muy importantes de cara a la seguridad en la evaluación.

*Condiciones de seguridad y salud.* El evaluador debe poner una especial atención en conseguir unas condiciones óptimas de seguridad para la realización de los tests seleccionados. En las pruebas de resistencia aeróbica es importante prestar atención a las condiciones ambientales, de las que hablaremos más adelante. En el caso de pruebas de fuerza, es importante controlar el equipamiento que se vaya a utilizar, por ejemplo: revisar el calzado del deportista y la superficie del suelo antes de realizar una prueba de agilidad.

El evaluador también debe estar atento a posibles síntomas o signos de problemas de salud tales como: mareos, debilidad, calambres, confusión, dolor de cabeza, náuseas, visión borrosa..., antes, durante y después de la evaluación. Estos signos o síntomas

pueden ocurrir incluso al término de la prueba y más frecuentemente frente a ejercicios de tipo máximo. Si los síntomas son severos (pérdida de consciencia) se debe requerir siempre de la atención médica.

*Condiciones ambientales.* Antes de administrar un test el evaluador debe considerar las condiciones ambientales, hasta tal punto que si las considera peligrosas para la salud del evaluado debe suspender la realización del mismo.

Especial atención se debe tener a la temperatura ambiental. La combinación de una temperatura y humedad elevada durante la realización de pruebas de valoración resulta peligrosa para la salud y muy especialmente en las pruebas de resistencia aeróbica. Además los resultados obtenidos en condiciones ambientales de elevada temperatura no sirven para comparar los resultados administrados en diferentes momentos del año, en diferentes días e incluso a diferentes horas del día. En la Tabla 17.1 se presentan algunas recomendaciones cuando la evaluación aeróbica se va a realizar en un ambiente caluroso, según el National Institute of Environmental Health Sciences. Un frío excesivo también puede disminuir el rendimiento en las pruebas de resistencia aeróbica. Como norma general, decir que si las condiciones ambientales son muy extremas, tanto por frío como por calor, se debe suspender la realización de la evaluación, y en el caso de condiciones adversas, si fuera posible, es preferible realizar el test seleccionado en una instalación deportiva (Tabla 17.2).

La altitud también puede influir en el rendimiento en pruebas de resistencia, pero no en pruebas de fuerza o potencia. A partir de 2.700 m el consumo de oxígeno disminuye aproximadamente un 5% cada 900 m, aproximadamente.

*Consentimiento informado.* Previamente a la realización de cualquier tipo de prueba para la valoración de la capacidad física es altamente recomendable presentar para su firma al participante un consentimiento informado de su participación voluntaria.

Este consentimiento debe informar de la naturaleza de la evaluación y explicar claramente el procedimiento que se seguirá para su realización. Además debe incluir claramente cuáles son los riesgos inherentes a la realización de la/s prueba/s y los beneficios esperables. La firma de este consentimiento por parte del participante conlleva que asume su participación voluntaria en las pruebas programadas. En el caso de niños menores de edad o personas con discapacidad mental deberán firmar dicho consentimiento sus padres/tutores.

**Tabla 17.1.** Recomendaciones para la realización de tests en ambientes calurosos.

1. Utilizar una instalación deportiva, o realizar el test por la mañana pronto o al final de la tarde.
2. Pedir a los participantes que beban líquidos antes, durante y después del test, incluso aunque ellos no tengan sed.
3. Pedir a los participantes que lleven pantalón corto y camiseta ligera o top.
4. Estar atento a los siguientes síntomas de agotamiento o golpe por calor: incapacidad para caminar o permanecer de pie, náuseas, falta de sudor, calambres, decir incoherencias...
5. Animar a los atletas a mantener sus niveles de magnesio y potasio mediante la ingesta de tomate, sandía, melón, zanahoria, preferiblemente naturales a suplementos.
6. Medir la frecuencia cardiaca durante e inmediatamente después del test para determinar cómo está respondiendo su cuerpo al calor.
7. Permitir a los deportistas que se aclimaten al calor empezando con ejercicios muy livianos y progresivamente incrementar la carga. Los deportistas que vivan en zonas frías y se vayan a evaluar en ambientes calurosos dar un mínimo de una semana para que se aclimaten.
8. No evaluar en días inusualmente calurosos. A las temperaturas propuestas en la Tabla 17.2 para cada rango de humedad existe un riesgo de accidente por calor.

**Tabla 17.2.** Temperatura límite a varios rangos de humedad para ejercicios extenuantes.

Humedad relativa (%)	Temperatura límite (°C)
0	35
1-20	32
21-50	29
51-90	27
91-100	24

A continuación presentamos un modelo de Consentimiento informado de su participación voluntaria genérico modificado de Heyward en 1996.

*Secuencia de los tests.* Siempre que se vayan a realizar varias pruebas en una misma sesión es importante determinar una secuencia de realización de las mismas. Entre las diferentes pruebas es importante que el evaluado haya tenido tiempo de recuperarse por completo para evitar la influencia de la fatiga sobre los resultados. En el caso de realizar nuevamente una reevaluación es imprescindible seguir la misma secuencia para poder comparar los resultados obtenidos entre las dos evaluaciones.

Una secuencia lógica para organizar los tests es:

1. Pruebas que no requieren esfuerzo (peso, talla, pliegues cutáneos...).
2. Test de agilidad.
3. Potencia máxima y test de fuerza.

4. Test sprint.
5. Test de resistencia muscular.
6. Test de capacidad anaeróbica.
7. Test de capacidad aeróbica\*.

\* El test de capacidad aeróbica es preferible realizarlo en una sesión diferente. En el caso de no ser posible se deberá dejar un tiempo de reposo previo de al menos una hora.

#### CONSENTIMIENTO INFORMADO DE SU PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA

A fin de valorar la función cardiovascular, la fuerza y la resistencia muscular, la flexibilidad y/o la composición corporal, el abajo firmante por la presente consiente en someterse a una o más de las pruebas siguientes (marque las casillas apropiadas):

- Prueba de resistencia aeróbica.
- Prueba de fuerza muscular.
- Prueba de flexibilidad.
- Prueba de composición corporal.

#### Explicación de las pruebas

La prueba de esfuerzo progresiva se realiza sobre cicloergómetro o tapiz rodante. La intensidad de esfuerzo se aumenta cada pocos minutos hasta llegar al agotamiento o hasta que otros síntomas dicten la finalización de la prueba. Podemos finalizar la prueba en cualquier momento por fatiga o malestar.

Para evaluar el nivel de fitness muscular, usted levantará pesos un cierto número de veces utilizando barra con pesos o máquina. Estas pruebas valoran la fuerza y la resistencia de los grupos musculares más importantes del cuerpo.

Para evaluar la flexibilidad, usted ejecuta un cierto número de ejercicios específicos. Durante la realización de estos ejercicios, medimos la amplitud de movimiento de sus articulaciones.

#### Riesgos y molestias

Durante la realización de la prueba de esfuerzo progresiva, pueden producirse ciertos cambios. Entre estos cambios están respuestas anómalas de la tensión arterial, desmayos, irregularidades de la frecuencia cardíaca y ataques al corazón. Se hace todo lo posible por minimizar la incidencia de tales fenómenos. Hay material de emergencia y personal entrenado disponibles para hacer frente a estas situaciones en el caso de que se produzcan.

Existe una remota posibilidad de provocar un tirón en un músculo o distensión en algún ligamento durante la ejecución de las pruebas para conocer el nivel de fitness muscular y de flexibilidad. Además, puede experimentarse dolor muscular durante 24 o 48 horas después de efectuadas las mencionadas pruebas. Estos riesgos pueden minimizarse ejecutando ejercicios de calentamiento antes de comenzar las pruebas. Si el dolor muscular se produce, se enseñarán ejercicios de estiramiento apropiados para aliviar dicho dolor.

#### Beneficios que se esperan obtener con las pruebas

Estas pruebas nos permiten valorar objetivamente su capacidad de esfuerzo físico y evaluar clínicamente su nivel de fitness. Los resultados se usan para prescribir un programa de ejercicio seguro y ajustado a su nivel. Los resultados son confidenciales a menos que usted decida lo contrario.

#### Preguntas

Si tiene alguna duda o necesita información, rogamos nos lo haga saber para poderse lo explicar.

#### Voluntariedad de consentimiento

Su permiso para realizar estas pruebas sobre el nivel de fitness es estrictamente voluntario. Usted es libre para denegar el permiso si así lo desea.

He leído atentamente este formulario y entiendo plenamente los procedimientos de las pruebas. Consiento en someterme a estas pruebas.

-----  
Firma del cliente

-----  
Firma del testigo

Fecha  
Pregunta  
Respuesta

*Información al evaluado.* Antes de la realización de la evaluación es recomendable dar a conocer al evaluado la fecha, hora y objetivo de la misma para que esté preparado física y mentalmente. Es beneficioso realizar de tres a cinco días antes de la evaluación una sesión de familiarización con los tests

para que los deportistas puedan experimentar por sí mismos cada prueba pero realizándola a una intensidad inferior a la máxima. Si es posible, el evaluador demostrará la forma apropiada de cómo debe realizarse. De esta forma se consigue que los resultados sean más válidos.

Inmediatamente antes de hacer cada prueba se debe dar información clara y concisa sobre: el objetivo del test, cómo realizarlo, el calentamiento recomendado, el número de intentos permitidos, la forma de puntuación, las acciones no permitidas y las recomendaciones para maximizar el rendimiento.

Durante la realización de cada prueba es fundamental animar al participante para alcanzar los mejores resultados. Y si es posible, dar a conocer los resultados al final de la prueba para motivarles a mejorar en la siguiente prueba.

Al término del test o de la sesión de evaluación indicar al evaluado que debe realizar una vuelta a la calma o hacerla de forma dirigida.

*Registro y tratamiento de los resultados.* Confeccionar una planilla de registro apropiada para la evaluación con espacio para anotar el resultado y comentarios facilita el registro de los resultados, elimina posibles errores y ahorra tiempo.

Una vez recogidos los resultados el evaluador debe hacer un tratamiento de los mismos. Para ello puede hacerlo de forma manual o mediante una hoja de cálculo confeccionada por sí mismo y ajustada a sus necesidades. O bien, podrá acceder a software específico de evaluación de la capacidad física, como pueden ser, entre otros:

FITSTAT: <http://www.athletemonitoring.com/fits-tats/index.html>

BSDI Fitness Analyst: <http://www.bsdifitness.com/>

FITEVAL: <http://www.fitevalsoft.com/espagnol/index.htm>

Senior Fitness Test Software: <http://www.human-kinetics.com/>

## 6. EVALUACIÓN DE LOS DIFERENTES COMPONENTES DEL FITNESS

A continuación se detalla cómo evaluar cada uno de los componentes del fitness.

### 6.1. Resistencia aeróbica

Tradicionalmente la capacidad aeróbica ha sido el componente más importante de la capacidad física. Toda evaluación de dicha capacidad física debe incluir una valoración de la capacidad cardiorrespiratoria. El valor de consumo de oxígeno máximo alcanzado se considera que es la forma más válida para medir la

capacidad funcional del sistema cardiorrespiratorio. Este apartado incluye pruebas de laboratorio y de campo para la valoración del consumo de oxígeno máximo.

*Pruebas directas.* Las pruebas directas miden el consumo de oxígeno (Figura 17.1a) gracias a un analizador de gases (Figura 17.1b). Este analizador de gases puede ser fijo y estar en el laboratorio o puede ser portátil, pudiendo utilizarse en situaciones de campo. Los ergómetros más empleados son: tapiz rodante o cicloergómetro; si bien existen otros cuya utilidad es más específica para determinados deportes como: kayakergómetro, remoergómetro...



**Figura 17.1a.** Prueba de esfuerzo directa sobre cicloergómetro.

**Figura 17.1b.** Analizador de gases: fijo de laboratorio (arriba) y portátil (abajo).

Para valorar la capacidad aeróbica se han ideado multitud de pruebas y cada una de ellas sigue un protocolo diferente de administración de la carga de trabajo. En una prueba de esfuerzo progresiva de carácter máximo el evaluado finaliza voluntariamente la prueba cuando llega al agotamiento o cuando el evaluador detecta respuestas fisiológicas anómalas. A modo de ejemplo se ilustra en la Figura 17.2. dos de los protocolos más utilizados dentro del ámbito de la salud.

Este tipo de pruebas son las más válidas puesto que se mide directamente el oxígeno que el evaluado es capaz de extraer de la atmósfera cuando se ejercita a intensidades máximas. Sin embargo, esta medición requiere costosos materiales de laboratorio, una gran disponibilidad de tiempo, la presencia de profesionales especializados y experimentados que controlen la prueba, y un alto grado de motivación del sujeto.

*Pruebas indirectas.* Las pruebas de esfuerzo directas en laboratorio son las más aconsejables para la valoración de la capacidad aeróbica; sin embargo, tienen una serie de inconvenientes como: alto coste, necesidad de personal especializado, requieren demasiado tiempo..., que hacen que no se puedan realizar en multitud de ocasiones. Para solucionar estos problemas se han ideado pruebas de campo prácticas, baratas, fáciles de administrar y en poco tiempo. La mayoría de estas pruebas requieren al evaluado andar, correr, pedalear o subir y bajar escalones.

Durante estas pruebas no se mide directamente el consumo de oxígeno sino que es estimado a partir de una ecuación matemática de regresión múltiple. Cada prueba tiene su propia ecuación de predicción. Normalmente estas ecuaciones tienen en cuenta variables como la edad, el sexo y/o el peso, entre otras. Como toda predicción realizada a partir de una ecuación tiene un error de estimación que varía de una prueba a otra.

Las pruebas de caminar o correr, que son las más comúnmente utilizadas, tienen dos variantes: a distancia fija o a tiempo fijo. En el caso de pruebas de distancias fijas ésta varía desde los 500 m a los 5 km, aproximadamente. En las pruebas de tiempo fijo se debe caminar/correr todo lo que sea posible en un tiempo prefijado que oscila desde los cinco a los quince minutos. Ambos tipos de pruebas se basan en que los individuos más resistentes podrán recorrer la distancia fijada en menos tiempo o recorrer una mayor distancia en el tiempo fijado.

Estas pruebas de valoración se basan por tanto en la relación entre el rendimiento en carrera o caminata y el VO<sub>2</sub> máx, pero es importante tener en cuenta que esta relación no ha sido firmemente establecida. Dado que el rendimiento en las pruebas de resistencia está

influenciado por diferentes factores, tales como el porcentaje de grasa, la eficiencia de carrera, el clima o el umbral anaeróbico, éste no puede ser utilizado como sustituto de la verdadera medición del VO<sub>2</sub> máx.

Las pruebas diseñadas para caminar son más apropiadas y seguras para hombres y mujeres sedentarias o ancianos, ya que solamente es necesario que anden rápido. Para este tipo de sujetos es preferible seleccionar pruebas de una distancia o duración más corta ya que tienen una pobre capacidad funcional. En la mayoría de este tipo de pruebas está prohibido correr.

Las pruebas de subir y bajar escalones solamente requieren de un escalón que hará de sencillo ergómetro. Sin embargo, la necesaria adaptación de la altura del escalón y el número de subidas y bajadas por las diferencias de peso corporal existente entre los individuos hace que sea un ejercicio difícil de estandarizar.

El trabajo realizado durante el test puede calcularse usando la ecuación:

$$\text{Trabajo} = \text{fuerza} \times \text{distancia}$$

Donde la fuerza es el peso corporal (kg) y la distancia es la altura del cajón por el número de veces que se sube y baja el escalón por minuto. Hagamos los cálculos para un hombre de 70 kg que suba y baje un escalón de 30 cm 22 veces por minuto. El resultado de la ecuación será:

$$\text{Trabajo} = 70 \text{ kg} \times (0,30 \times 22 \text{ pasos} \times \text{min}^{-1}) = 462 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{min}^{-1}.$$

El test con escalón del Quenns College está diseñado para mujeres en edad universitaria. El ritmo de ejecución del test se fija a 22 pasos min<sup>-1</sup>, la altura del escalón a 41 cm y la duración del ejercicio es de 3 minutos. Al finalizar el ejercicio se toma la frecuen-

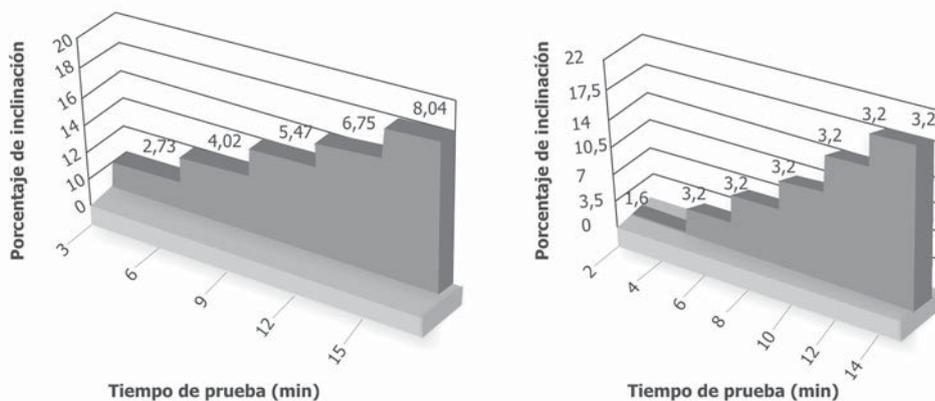


Figura 17.2. Protocolo de Bruce (izquierda) y de Naughton (derecha). Se indica en cada escalón la velocidad (km/h).

cia cardíaca durante 15 seg y se multiplica por 4 para tener el número de latidos por minuto. A partir de la ecuación de la Tabla 17.3 se puede estimar el consumo de oxígeno.

Como ya indicamos anteriormente, estas pruebas indirectas sirven para hacer una estimación del consumo de oxígeno. Para ello cada test tiene su propia fórmula. En la siguiente tabla (Tabla 17.3) se recogen algunas de ellas.

## 6.2. Fuerza y resistencia muscular

Dado que la fuerza y resistencia muscular son específicas del grupo muscular, del tipo de contracción muscular, de la velocidad de la contracción y del ángulo de la articulación en que se está trabajando, con una única prueba no tenemos una medición válida de la fuerza o resistencia muscular total del cuerpo.

La mayoría de las contracciones musculares que tienen lugar en las actividades de la vida diaria son de tipo dinámico.

*Pruebas de fuerza muscular máxima dinámica: test 1RM.* Uno de los tests más reconocidos para evaluar la fuerza muscular dinámica es el test de una repetición máxima (1RM). Este test se deberá realizar una vez que el evaluado lleve ocho a doce semanas de entrenamiento, para que adquiera un dominio técnico adecuado del ejercicio que se va a evaluar y para que adquiera una adaptación muscular, ya que el esfuerzo que requiere este test es de tipo máximo.

Generalmente la fuerza máxima dinámica medida por el test 1RM se mide como el peso máximo que puede levantarse en una sola repetición de movimiento (no puede levantar una segunda vez dicho peso). El valor de fuerza de 1RM se obtiene mediante el sistema de ensayo-error. Después de cada intento con éxito, hay que aumentar el peso del 5 al 10% para grupos musculares del tronco y del tren superior, y de 10 a 20% para músculos de tren inferior.

Si el sujeto a evaluar tiene experiencia previa en el entrenamiento de fuerza se puede realizar una aproximación o estimación del valor de la 1RM o estimarlo a partir de fórmulas, publicadas por varios autores, que consideran el peso corporal y el sexo. Otra opción de estimar el peso aproximado de 1RM es a partir de los valores de peso y número de repeticiones que el evaluado puede realizar cuando entrena habitualmente, aplicando para ello las ecuaciones específicas que se detallan en la Tabla 17.4.

El protocolo propuesto en Jiménez (2008) para la realización de un test 1RM es el siguiente:

1. Entrada en calor:
  - a) 6 a 8 repeticiones con el 40 al 60% del peso estimado. 1 minuto de pausa.
  - b) 3 a 5 repeticiones con el 70 al 80% del peso estimado. 3 minutos de pausa.
  - c) 2 repeticiones con peso cercano al máximo, 85 al 90% del peso estimado. 3 a 5 minutos de pausa.

**Tabla 17.3.** Ecuaciones de predicción para tests de campo de resistencia aeróbica.

Test indirecto	Ecuación	Fuente
<b>Correr/caminar</b>		
1 milla correr.	$VO_2 \text{ máx} = 100.5 - 0.1636 (\text{peso kg}) - 1.438 (\text{tiempo min}) - 0.1928(\text{FC})^d + 8.344 (\text{sexo})$	George <i>et al.</i> , 1993
1 milla caminar/ correr (8–17 años).	$VO_2 \text{ máx} = 108.94 - 8.41 (\text{tiempo min}) + 0.34 (\text{tiempo min})^2 + 0.21 (\text{edad} \times \text{sexo})^b - 0.84(\text{BMI})^c$	Cureton <i>et al.</i> , 1995
1,5 millas correr/ caminar.	$VO_2 \text{ máx} = 88.02 - 0.1656 (\text{peso kg}) - 2.76 (\text{tiempo min}) + 3.716 (\text{sexo})^b$	George <i>et al.</i> , 1993
12 minutos correr.	$VO_2 \text{ máx} = (\text{distancia metros}) - 504.9 / 44.73$	Cooper 1968
15 minutos correr.	$VO_2 \text{ máx} = 0.0178 (\text{distancia metros}) + 9.6$	Balke 1963
1 milla caminar.	$VO_2 \text{ máx} = 132.853 - 0.07698 (\text{peso lb}) - 0.3877 (\text{edad años}) + 6.315 (\text{sexo})^b - 3.2649 (\text{tiempo min}) - 0.1565 (\text{FC})^d$	Kline <i>et al.</i> , 1987
<b>Test escalón</b>		
Astrand.	Hombre: $VO_2 \text{ máx} (\text{L min}^{-1}) = 3.744 [(\text{peso kg} + 5) / (\text{FC} - 62)]$ Mujer: $VO_2 \text{ máx} (\text{L min}^{-1}) = 3.750 [(\text{peso kg} - 3) / (\text{FC} - 65)]$	Marley y Lennerud, 1976
Queen 's College.	Hombre: $VO_2 \text{ máx} = 111.33 - (0.42 \text{ FC})^d$ Mujer: $VO_2 \text{ máx} = 65.81 - (0.1847 \text{ FC})^d$	McArdle <i>et al.</i> , 1972

<sup>a</sup> Todas las ecuaciones estiman el  $VO_2 \text{ máx}$  en  $\text{ml kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$ , salvo en las que se especifica otra cosa.

<sup>b</sup> Para sexo, sustituir 1 para hombre y 0 para mujeres.

<sup>c</sup> BMI = índice de masa corporal.

<sup>d</sup> FC = frecuencia cardíaca.

- d) 1 repetición al 95% del peso estimado. El evaluador valora la dificultad. 1 a 2 minutos de pausa.
- 2. Búsqueda del peso máximo. Se aplica el 100% y se determina el peso máximo. Se le indica al evaluado que realice el máximo número de repeticiones. Este paso puede ser repetido de 3 a 5 veces, 3 a 5 minutos de pausa entre intentos.

Como hemos mencionado anteriormente este test de 1RM requiere un esfuerzo máximo y por tanto solamente lo pueden hacer aquellos individuos que están preparados para ello. Para hacer frente a este inconveniente se han desarrollado fórmulas para la estimación de 1RM a partir de test de 3RM, 5RM, 10 RM y otras repeticiones máximas (Tabla 17.4).

El dato obtenido realmente es un indicador del rendimiento a pesos submáximos que se extrapola al valor de 1RM. A pesar de todo ello, este procedimiento se considera el más apropiado para los sujetos que no pueden soportar o no están acostumbrados a pesos máximos, o sería inseguro realizarlo.

**Tabla 17.4.** Ecuaciones para la predicción de 1RM.

Fórmulas para la estimación de 1RM	
Brzycki	$1RM = \text{Peso levantado} / [1.0278 - (0.0278 * N^{\circ} \text{ de repeticiones})]$
Epley	$1RM = (\text{Peso levantado} * N^{\circ} \text{ repeticiones} * 0.033) + \text{peso levantado.}$
Lander	$1RM = \text{Peso levantado} [1.013 - (0.0267123 * N^{\circ} \text{ repeticiones})]$

Los resultados derivados de estas fórmulas no son fieles a la realidad sino que son una aproximación a la misma si el evaluado realizase un test 1RM. La utilidad, por tanto, de los resultados obtenidos debe ser cautelosa. Como podrá comprobar el lector, los resultados que se obtienen son diferentes de una fórmula a otra. La fórmula propuesta por Lander da resultados intermedios entre los resultantes de las fórmulas de Brzycki y Epley. Nosotros proponemos utilizar ambas fórmulas, la de Brzycki y la de Epley, para tener dos predicciones de los límites superior e inferior.

*Pruebas de resistencia muscular dinámica.* Para la evaluación de la resistencia muscular dinámica se emplea el test de repeticiones máximas a pesos submáximos.

Este tipo de resistencia muscular puede valorarse haciendo que el evaluado ejecute el máximo número de repeticiones como le sea posible empleando un determinado porcentaje del peso corporal o de la fuerza máxima (test 1RM). Aunque los valores para

este tipo de pruebas no están establecidos se considera apropiado utilizar un peso equivalente al 70% de 1RM.

Actualmente, para la valoración de la fuerza y la resistencia muscular dinámica, se vienen utilizando nuevos instrumentos, transductor de velocidad (Figura 17.3), que miden la velocidad y la aceleración de la masa o peso que el evaluado mueve en el ejercicio que realiza (Figura 17.4). De esta forma se obtienen muchos más datos valiosos para la evaluación de la fuerza que simplemente conocer el número de repeticiones realizadas con un determinado peso. Sin embargo en la actualidad estos aparatos todavía no están muy difundidos en el ámbito de la salud.



**Figura 17.3.** Transductor de velocidad.



**Figura 17.4.** Valoración de fuerza dinámica en diferentes grupos musculares.

Otra de las manifestaciones importantes de la fuerza es la fuerza isométrica o estática. A continuación abordamos cómo evaluarla.

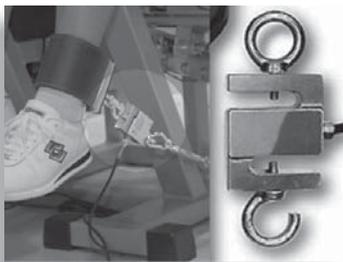
*Fuerza isométrica.* Para la valoración de la fuerza isométrica se utilizan los dinamómetros. Estos instrumentos, en el ámbito de la actividad física, han sido, desde hace tiempo, desarrollados para evaluar la fuerza de prensión manual (Figura 17.5 izquierda) y la fuerza de piernas y espalda (Figura 17.5 derecha).



**Figura 17.5.** Dinamómetros. Izquierda: dinamómetro manual; derecha: dinamómetro lumbar.

Al aplicar una fuerza sobre el dinamómetro un indicador marca la fuerza generada en el grado correspondiente.

Recientemente, se han desarrollado células de carga (Figura 17.6) que permiten evaluar la fuerza estática de la mayoría de grupos musculares importantes, ya que pueden adaptarse a cualquier gesto (Figura 17.7).



**Figura 17.6.** Célula de carga.



**Figura 17.7.** Valoración de fuerza isométrica en diferentes grupos musculares.

Existen en el mercado otro tipo de dinamómetros, denominados isocinéticos, que evalúan la fuerza isocinética. Cualquier aumento de fuerza que se produzca durante el recorrido articular produce un aumento de la resistencia más que un aumento de la aceleración de las extremidades, de tal forma que la velocidad del movimiento se mantiene a una velocidad constante y prefijada. Los dinamómetros isocinéticos, desafortunadamente, solamente se utilizan en laboratorios bien equipados o en centros hospitalarios.

### 6.3. Flexibilidad

Para la valoración de la flexibilidad se han ideado instrumentos para medirla de forma directa y se han desarrollado ejercicios para mediciones indirectas.

El goniómetro es el instrumento más utilizado para medir la flexibilidad de una articulación de forma directa, puesto que mide el rango de movimiento (el ángulo máximo que una articulación puede alcanzar). El goniómetro es similar a un medidor de ángulo con dos ramas móviles (véase Figura 17.8). El centro del goniómetro se hace coincidir con el fulcro de la articulación. Las ramas móviles se hacen coincidir con el eje longitudinal de cada segmento que forma la articulación. El rango de movimiento es el ángulo que forman los dos segmentos de la articulación medido en los extremos del movimiento.



**Figura 17.8.** Goniómetro.

Las pruebas de campo son pruebas indirectas que valoran la flexibilidad estática mediante mediciones lineales en lugar de grados. Estas pruebas son muy criticadas y se cuestiona su validez, pero es la forma más sencilla de evaluar esta capacidad. A continuación se presentan una relación de pruebas de valoración de la flexibilidad indirectas.

### 6.4. Composición corporal

Los comités internacionales de expertos recomiendan el empleo de los datos antropométricos (considerando el peso, la talla, circunferencias corporales y pliegues cutáneos) para evaluar la composición corporal de forma individual y colectiva. Y se recomienda el empleo del IMC como indicador de adiposidad corporal en los estudios epidemiológicos realizados en la población adulta entre 20 y 69 años.

SEEDO (2000) propone una clasificación del sobrepeso y la obesidad. Según este consenso, el límite inferior del peso normal se establece según el índice de IMC de 18,5 kg/m<sup>2</sup>, de acuerdo con las

recientes recomendaciones internacionales. La amplia gama del sobrepeso ( $IMC = 25-29,9 \text{ kg/m}^2$ ), en el que está incluida una gran parte de la población adulta, y que posee una gran importancia en la estrategia global de la lucha contra la obesidad y los factores de riesgo asociados, se divide en dos categorías, con una nomenclatura específica. A partir de un  $IMC$  de  $30 \text{ kg/m}^2$  se considera obesidad y a partir de ahí SEEDO propone un rango de severidad de la misma atendiendo a este mismo índice. En este consenso del año 2000, se introdujo un nuevo grado de obesidad (grado IV, obesidad extrema) para aquellos pacientes con un  $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$  que son tributarios de indicaciones especiales en la elección del procedimiento de cirugía bariátrica aconsejable.

También tiene interés conocer el patrón de distribución de la grasa corporal por su relación con el riesgo cardiovascular. Con esta finalidad se utiliza el índice cintura-cadera. El índice cintura-cadera (C/C)

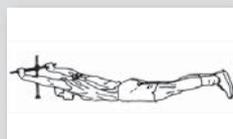
es aceptado como un buen indicador de la obesidad central y, aunque no están claramente definidos los valores a partir de los cuales se observa un aumento del riesgo cardiovascular, se han propuesto como valores delimitadores del riesgo  $> 1$  en los varones y  $> 0,85$  en las mujeres (NIH, 1999). Por otra parte, se ha sugerido que valores superiores al percentil 90 suponen un riesgo muy elevado para la salud. De acuerdo con este criterio, estudios epidemiológicos transversales de diferentes comunidades autónomas españolas sitúan este valor de riesgo para el índice C/C en  $> 1$  para los varones y  $> 0,90$  para las mujeres (valores referidos al percentil 90), si bien este índice no permite diferenciar si se trata de una acumulación perivisceral o subcutánea (SEEDO, 1996).

El método antropométrico para la valoración de la composición corporal produce estimaciones bastante válidas y fiables. Este método requiere la toma de mediciones corporales que pasamos a describir bre-

**Tabla 17.5** Pruebas de flexibilidad estática (modificado de Heyward, 1996).



Sentado en el suelo con la espalda y la cabeza contra la pared, las piernas completamente estiradas y las plantas de los pies contra una caja, poner las manos sobre los pies y llevarlas hacia adelante sin dejar que la cabeza ni la espalda se separen de la pared. Emplear un metro de madera para medir la distancia existente entre la punta de los dedos y el borde de la caja. Inclínarse gradualmente hacia delante (la cabeza y la espalda se separan de la pared) deslizando los dedos a lo largo del metro de madera, manteniendo la posición final durante dos segundos. Medir y anotar el número final de centímetros alcanzados, en el 1/2 cm más cercano.



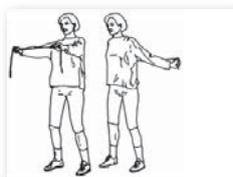
Tendido boca abajo sobre el suelo con los brazos completamente estirados por encima de la cabeza, sostener un metro de madera con las dos manos manteniéndolas separadas con una anchura igual a la de los hombros. Levantar la regla lo más arriba posible mientras se mantiene el mentón tocando el suelo. Levantar la caja hacia arriba hasta que la guía de la regla descansa debajo de la regla. Medir la longitud del brazo desde la prominencia acromial hasta la punta de los dedos y restar de ésta el mejor intento.



Tendido boca abajo con las manos entrelazadas detrás de la espalda, elevar el tronco tan arriba como sea posible manteniendo las caderas sobre el suelo. Deslizar la caja hacia arriba hasta que la guía toque la punta de la nariz. Medir la longitud del tronco y del cuello desde la punta de la nariz hasta el asiento de la silla mientras se está sentado con la espalda erguida. Restar la mejor puntuación de la longitud del tronco y del cuello.



Sentado en el suelo con la pierna derecha tan recta como sea posible, poner la marca 0 del metro de madera sobre el suelo y deslizar la caja hacia abajo hasta que la guía de la regla descansa a través del punto más bajo de la tibia. Extender el tobillo y repetir la medición en el punto más alto encima de la superficie dorsal del pie. Anotar la diferencia entre la línea superior del pie y la línea inferior de la tibia. Repetir el mismo procedimiento para el tobillo izquierdo y hacer la media entre las puntuaciones de los tobillos derecho e izquierdo.



Coger el extremo de una cuerda con la mano izquierda; con la mano derecha coger también la cuerda a unos pocos centímetros de la izquierda. Extender los dos brazos enfrente del pecho y llevarlos atrás por encima de la cabeza. Al encontrar resistencia, deslizar un poco más la mano derecha apartándola de la izquierda a lo largo de la cuerda hasta que sea posible acercarla a la espalda. Medir la distancia entre los pulgares de las manos. Medir la anchura de los hombros de deltoides a deltoides y restar el resultado del mejor intento.

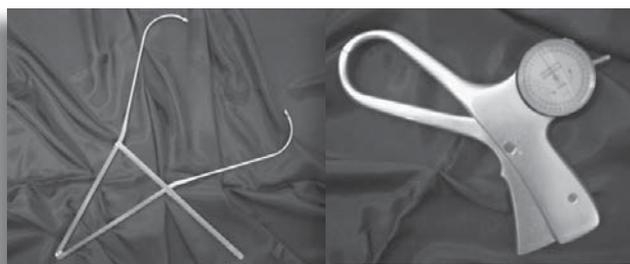
vemente en la Tabla 17.6. Para la toma de las mediciones que proponemos se precisa una pinza de pliegues cutáneos y un compás antropométrico (Figura 17.9). Para más información remitimos al lector al *Manual de Cineantropometría* editado por FEMEDE.

**Tabla 17.6.** Mediciones antropométricas.

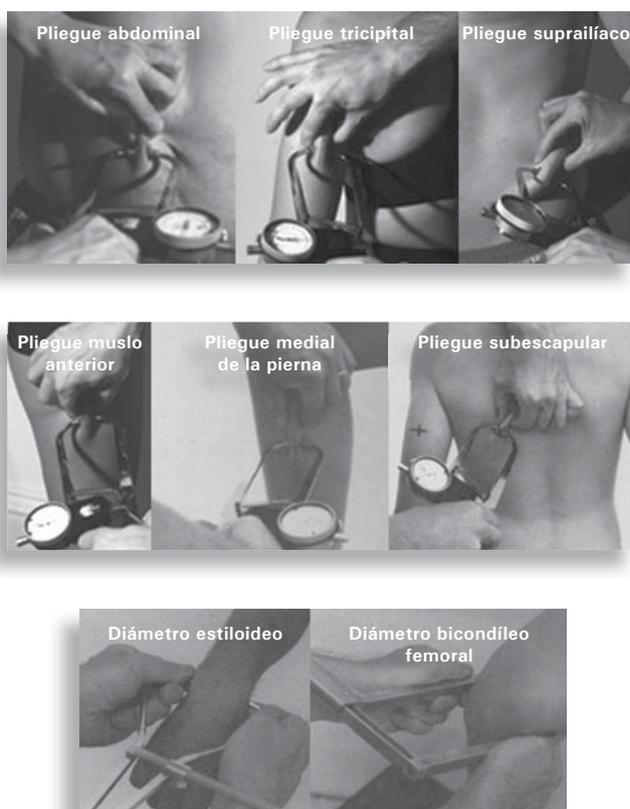
Punto	Medición
Pliegue abdominal.	Paralelo al eje mayor del abdomen a la altura y a 3 cm del lado derecho de la cicatriz umbilical.
Pliegue tricpital.	Localizado en el punto medio posterior del brazo, en la línea que une acromion y olécranon. Se toma paralelo al eje mayor del brazo.
Pliegue suprailfaco.	Ubicado en línea con el ángulo natural de la cresta ilíaca tomado a 5 cm por encima de la espina ilíaca-anteroposterior, oblicuamente.
Pliegue del muslo anterior.	Es un pliegue vertical, tomado en la línea media anterior del muslo, en la distancia media entre el surco inguinal (cadera) y el borde proximal de la rótula.
Pliegue de la pierna.	Es un pliegue vertical que se toma a nivel del perímetro máximo sobre la cara interna de la pierna.
Pliegue subescapular.	Es un pliegue oblicuo que se toma en el ángulo inferior de la escápula.
Diámetro estiloides.	Es la distancia existente entre la apófisis estiloides del radio y del cúbito, con el antebrazo pronado y el codo flexionado a 90°.
Diámetro bicondíleo femoral.	Es la distancia existente entre los epicóndilos lateral y medial de la tibia con la rodilla flexionada a 90° y el sujeto sentado.

El Grupo Español de Cineantropometría utiliza el método de De Rose y Guimaraes pero calculando el porcentaje de grasa con las fórmulas de Yuhasz.

A continuación se exponen las fórmulas matemáticas para el cálculo de cada componente de la composición corporal (Tabla 17.7).



**Figura 17.9.** Izquierda: pinza de pliegues cutáneos, derecha: compás antropométrico.



**Tabla 17.7.** Fórmulas matemáticas para el cálculo de la composición corporal.

Fórmulas
$\% \text{ masa grasa (mujeres)} = 4,56 + (\sum 6 \text{ pliegues (mm)} \times 0,143).$ $\% \text{ masa grasa (hombres)} = 3,64 + (\sum 6 \text{ pliegues (mm)} \times 0,097).$ <p>Donde los 6 pliegues a sumar son: tríceps, subescapular, suprailfaco, abdominal, muslo y pierna.</p>
$\text{Peso óseo} = 3,02 \times (\text{talla}^2 \times \text{diámetro estiloides} \times \text{diámetro bicondíleo femoral} \times 400)^{0,712}.$
$\text{Peso residual (hombres)} = \text{peso} \times 24,1 / 100$ $\text{Peso residual (mujeres)} = \text{peso} \times 20,9 / 100$
$\text{Peso muscular (kg)} = \text{peso total} - (\text{peso graso} + \text{peso óseo} + \text{peso residual}).$

# Recomendaciones básicas en la prescripción de actividad física orientada hacia la salud

Alfonso Jiménez Gutiérrez

## OBJETIVOS

- Obtener una visión clara y actualizada de las principales recomendaciones de actividad física y ejercicio físico para la salud.
- Establecer las dosis óptimas iniciales de ejercicio físico para los principales componentes de la aptitud física relacionada con la salud, a la vista del estado actual de conocimientos.
- Desarrollar un modelo sencillo de intervención para el diseño y desarrollo de programas de ejercicio físico en población general, identificando las variables determinantes a considerar en cada momento.

## 1. INTRODUCCIÓN

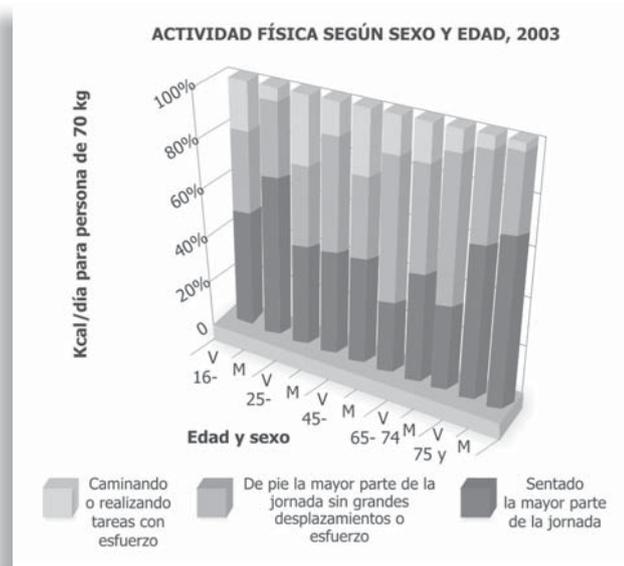
Según García Ferrando (2001), que cita datos procedentes de la OCDE, en las primeras etapas de las sociedades industriales europeas la duración anual del trabajo era de unas 3.500 horas, mientras que a finales del siglo xx dicha duración oscila entre 1.699 y 1.800 horas anuales en los países de la Unión Europea. Hace un siglo, un tercio de la energía gastada en fábricas y granjas de EEUU era de origen humano. Actualmente, menos del 1% del total de esta energía proviene de la fuerza muscular del hombre (Tomás, 1996).

Evidentemente, el avance tecnológico y los cambios experimentados en los modelos de producción de nuestras sociedades modernas han favorecido el aumento de la vida sedentaria de forma espectacular. Este nuevo modelo inactivo de comportamiento ha producido a su vez un incremento exponencial en la prevalencia de las denominadas enfermedades hipocinéticas, afectando directamente a la calidad de vida y poniendo en entredicho las ventajas y virtudes de este supuesto *bienestar* (Jiménez *et al.*, 2003).

En este sentido, no debemos olvidar que el ser humano es un animal básicamente dinámico, y que disponemos de infinidad de músculos, articulaciones y sistemas de control motor para garantizar unas posibilidades de movimiento enormes. La vida sedentaria en el fondo no es sino una acción contra natura, que implica inevitablemente fallos en este sistema de movimiento (nuestro cuerpo) a corto y medio plazo, y daños severos a largo plazo (Jiménez, 2001).

La práctica regular de actividades físicas como hábito de vida saludable es algo epidemiológicamente comprobado y socialmente aceptado hoy en día. Los resultados obtenidos en diferentes estudios, realizados en los últimos años, han demostrado que las personas que realizan actividad física regularmente presentan una mortalidad global menor que las personas sedentarias (Paffenbarger *et al.*, 1986; Blair *et al.*, 1989; Salleras y Serra, 1991). Ahora bien, estas afirmaciones no implican necesariamente que la práctica de actividades físicas de forma regular sea un hecho extendido entre la población. En realidad, aún es porcentualmente escasa la cantidad de población que sigue programas regulares de actividad física. Como

podemos apreciar en la Figura 18.1, la población española presenta unos bajos niveles de actividad física regular, penalizando especialmente en este sentido la población femenina (ENS-2003, INE, 2004).



*Realizando tareas que requieren gran esfuerzo físico: estos datos han de ser tomados con precaución ya que pueden estar afectados de elevados errores de muestreo. Encuesta nacional de salud (datos provisionales). Periodo abril-septiembre 2003 INE, 2004. Fuente: INE, INEBASE.*

**Figura 18.1.** Niveles de actividad física de la población española según sexo y edad (ENS, datos provisionales periodo abril-septiembre 2003, INE, 2004).

Lo cierto y común en todas las sociedades industrializadas es que, aunque el número de practicantes está aumentando en términos absolutos, todavía sólo un pequeño porcentaje de la población realiza actividad física vigorosa de forma regular (Tuxworth, 1990). Esto indica que realmente existe un potencial campo en torno al asesoramiento y al desarrollo de programas de actividad física.

Fruto de esta situación coyuntural, se hace completamente necesario para los profesionales de la actividad física contribuir a la comprensión de las actitudes implicadas en la práctica de las actividades físicas, y establecer y definir los objetivos y contenidos de los programas, con el fin de conseguir de forma progresiva que el ejercicio físico se convierta en un hábito de salud socialmente normalizado (Jiménez, 2005).

La relación entre actividad física y salud, tal como la comprendemos actualmente, se desarrolló en Estados Unidos durante la última década del siglo pasado (años 90), bajo el impulso de la comunidad de Salud Pública. Desde los diversos organismos que constituían esta comunidad, se emprendieron una serie de

acciones políticas y pedagógicas que tuvieron como resultado la asociación de la actividad física a la salud (Manidi *et al.*, 2002).

La publicación de los trabajos presentados en las Conferencias Internacionales sobre Actividad Física, Aptitud física y Salud de 1988 y de 1992 (Bouchard *et al.*, 1990, 1994) consolidó suficientemente la evidencia científica de la relación entre actividad física, aptitud física y salud. Y fue precisamente en 1992 cuando Bouchard, Shepard y Stephens desarrollaron el modelo que asociaba la actividad física a la salud, definiéndolo como un modelo complejo que tenía en cuenta el nivel de actividad física habitual, la aptitud física y la salud.

Del mismo modo, y como se analiza extensamente en otros capítulos de este texto, los estudios han revelado que existe una correlación entre la falta de ejercicio y de aptitud física y un determinado número de patologías (obesidad, osteoporosis, dolores de espalda, enfermedades cardiovasculares, alteraciones del metabolismo de los glúcidos y lípidos, problemas psicosociológicos). De hecho, y volviendo a citar a Oja y Tuxworth (1995), la mayoría de las funciones fisiológicas correspondientes reaccionan a la actividad física sostenida y regular porque el ejercicio estimula las capacidades funcionales del organismo, mejorando la aptitud física, lo que influye de forma muy favorable en la salud.

Por lo tanto, y basándonos en toda la literatura especializada existente hoy en día, no tenemos ninguna duda al respecto, la aptitud física presenta una estrecha relación con la salud, determinada en cualquier caso por el nivel de actividad física regular de los sujetos. Ahora bien, para que se produzca ese efecto positivo en el estado de salud, la práctica debe ser regular, crónica, sistemática y progresiva, y cuando es así (es decir, ejercicio físico), entonces es el tiempo el factor más determinante.

La bibliografía disponible hoy en día sobre la prescripción y necesaria sistematización de los programas de actividad física orientados a la salud destaca especialmente por su volumen y profundidad en cuanto a la prescripción de programas de ejercicio cardiorrespiratorio, pero en los últimos años la investigación también se ha centrado en identificar el potencial impacto positivo de la aptitud músculo-esquelética en los factores de riesgo de enfermedad cardiovascular y metabólica. Parece evidente que si algo caracteriza a la población sedentaria en este modelo de comportamiento inactivo es la presencia de un déficit de la función muscular asociado a un

déficit de la función sistémica y articular, y que por lo tanto, cualquier intervención con ejercicio debería considerar la necesidad imperiosa de comenzar con una adaptación músculo-esquelética previa (en formato de “mesociclo”).

Como introducción genérica al desarrollo de este capítulo, vamos a realizar una breve síntesis de la reciente revisión publicada en el *Scandinavian Journal of Medicine & Sciences in Sports* por Pedersen y Saltin (2006), cuya lectura detallada recomiendo al lector interesado en este ámbito, y muy especialmente al profesional interesado en desarrollar en él su actividad.

Se trata sin duda de un extraordinario trabajo que viene a concluir que es necesaria una aproximación más rigurosa al entrenamiento de la población afectada por enfermedades crónicas relacionadas con el estilo de vida, pues de hecho, *el efecto positivo es mayor cuanto más específico es el estímulo aplicado*.

De esta forma, Pedersen y Saltin (2006) identifican las evidencias científicas disponibles en cada caso, clasificándolas, respecto al efecto *positivo* del ejercicio físico, en:

- Patogénesis de la enfermedad (valor potencial preventivo del ejercicio físico).
- Sintomatología específica asociada (valor efectivo en la reducción de los síntomas y su cronicidad).
- Aptitud física, cardiorrespiratoria o músculo-esquelética (valor efectivo de mejora de la capacidad física del paciente).
- Calidad de vida.

De esta forma, los autores clasifican el conocimiento y la experiencia disponible a día de hoy en cuatro niveles:

- A: Fuerte evidencia.
- B: Moderada evidencia.
- C: Limitada evidencia.
- D: No evidencia.

Así, encontramos que existe evidencia fuerte y suficiente (nivel A) sobre el efecto positivo del ejercicio en las siguientes enfermedades crónicas:

- Síndrome metabólico.
- DM2.
- Dislipemia (excepto en la calidad de vida, con un nivel de evidencia B).
- HTA.
- Obesidad.
- EPOC (excepto en patogénesis, con un nivel de evidencia D).
- Cardiopatía coronaria.

- Insuficiencia cardiaca.
- Claudicación intermitente (EVP).
- Osteoartritis (excepto en la patogénesis, con un nivel de evidencia D).
- Fibromialgia (excepto en la patogénesis, con un nivel de evidencia C).
- Depresión (excepto en la prevención, con un nivel de evidencia D).

Por último, reconocen que los resultados son menos concluyentes (aunque siempre positivos) en estos otros casos:

- Artritis reumatoide (sólo nivel A en aptitud física).
- Osteoporosis (nivel A en patogénesis, B en el resto).
- Síndrome de fatiga crónica (nivel B en síntomas y aptitud física, nivel C en patogénesis y calidad de vida).
- Cáncer (nivel D en patogénesis, B en el resto).
- Asma (sólo nivel A en aptitud física).
- DM1 (sólo nivel B en aptitud física).

## 2. EVOLUCIÓN DE LAS RECOMENDACIONES GENERALES DE ACTIVIDAD FÍSICA

Hablar de recomendaciones en el campo de la actividad física y la salud supone hacer referencia inexcusable a los trabajos y pronunciamientos desarrollados por el American College of Sports Medicine (ACSM), institución clave en el reconocimiento de los efectos positivos de la actividad física y del ejercicio físico para la salud.

A pesar de que la investigación en este ámbito ha sido especialmente fructífera y brillante en la última década, y de que cada día es más evidente el efecto positivo del ejercicio físico, especialmente si la dosis es la más adecuada, lo cierto es que a día de hoy las recomendaciones vigentes son las recogidas en el *position stand*<sup>1</sup> de 1998.

<sup>1</sup> Los *position stands* del ACSM, o “pronunciamientos”, son informes monográficos desarrollados por un panel de expertos, que establecen una serie de directrices generales de intervención a la vista del estado actual de conocimientos sobre una cuestión o fenómeno concreto. En nuestro caso, un *position stand* del ACSM representa el indicador de mayor fiabilidad a la vista de la evidencia disponible sobre los efectos del ejercicio en una situación concreta.

Este *position stand* del ACSM establecía con claridad una serie de recomendaciones concretas sobre las necesidades de actividad física para obtener beneficios en el estado de salud, que recogemos a continuación:

1. Frecuencia del entrenamiento: tres a cinco días por semana.
2. Intensidad del entrenamiento: 60% a 90% de la frecuencia cardíaca (FC) máxima, o 50% a 85% del consumo máximo de oxígeno ( $\text{VO}_2$  máx) o de la reserva de la FC máxima (\*).  
(\* La reserva de la FC máxima se calcula de la diferencia entre la FC máxima y en reposo. Para estimar la intensidad del entrenamiento, un porcentaje de este valor se le suma a la FC en reposo y se expresa como un porcentaje de la reserva de la FC máxima.
3. Duración del entrenamiento: 20 a 60 minutos de actividad aeróbica continuada. La duración depende de la intensidad de la actividad, por lo tanto, la actividad de baja intensidad se efectuará por un periodo de mayor duración. Debido a la importancia de los efectos de la "aptitud física general" y al hecho de que mediante los programas de larga duración se facilita su obtención, y debido a los riesgos potenciales y los problemas asociados con el cumplimiento en programas de actividad de alta intensidad, se recomienda que para adultos que no participan en programas deportivos y/o competitivos, la intensidad de la actividad sea de baja a moderada.
4. Modalidad de la actividad: cualquier tipo de actividad que utilice grandes grupos musculares, que se pueda mantener continuamente y que sea de naturaleza rítmica y aeróbica, por ejemplo: caminar-escalar, correr-trotar, pedalear, esquiar a campo través, bailar, remar, subir escaleras, nadar, patinar y varios juegos de resistencia y larga duración.
5. Entrenamiento de fuerza: el entrenamiento de fuerza de intensidad moderada, suficiente para desarrollar y mantener el peso magro (PM), debe ser parte integral de un programa de aptitud física para adultos. Se recomienda como mínimo realizar una serie de 8 a 12 repeticiones de cada uno de 8 a 10 ejercicios para los grupos musculares principales, por lo menos dos veces a la semana.

En la más reciente publicación del *ACSM's Guidelines for Exercise Testing & Prescription*, en su séptima edición de este mismo año (2006), se iden-

tifica con claridad la situación actual respecto a las recomendaciones generales de actividad física y la tendencia a desarrollar en el futuro.

Así, según el ACSM (2006), las últimas recomendaciones (AACPR, 2003; Maron *et al.*, 1996) han ampliado el énfasis tradicional en la prescripción del ejercicio físico "formal" para pasar a una perspectiva más orientada a la promoción de la actividad física en general, mucho más alineada con una visión preventiva de salud pública. De hecho, estos trabajos (y muchos otros desarrollados con la misma orientación) se plantean en realidad dos grandes objetivos "estratégicos":

- a) Incrementar el nivel de conocimientos y de reconocimiento de los profesionales y de las instituciones sobre los beneficios de salud asociados a una práctica de actividad física diaria.
- b) Llamar la atención sobre la cantidad e intensidad de actividad física necesaria para alcanzar estos beneficios, que son menores que los niveles tradicionalmente necesarios para obtener mejoras fisiológicas por efecto del entrenamiento (Pate *et al.*, 1995).

Un aspecto importante relacionado con estos informes (AACPR, 2003; Maron *et al.*, 1996, 2001) es que las tradicionales recomendaciones generales de ejercicio (Pate *et al.*, 1995) han sobreanalizado los efectos positivos asociados con una participación regular en actividades intermitentes de intensidad moderada (<20 minutos por sesión y <50% de la máxima potencia aeróbica). De hecho, está reconocido que estos beneficios de salud pueden ser obtenidos en una amplio rango de actividades, con mayores duraciones para intensidades ligeras, y menores duraciones para actividades de mayor intensidad.

Pero hay además otros dos factores fundamentales en el desarrollo de recomendaciones de actividades físicas de moderada intensidad que puedan producir efectos beneficiosos para la salud, que deben ser adecuadamente equilibradas en todo momento, y son la *adaptabilidad* (de la actividad propuesta a las características, capacidades y limitaciones del individuo) y la *eficacia* (de la actividad seleccionada, en términos también de volumen e intensidad).

El reto, con la población general sedentaria (un 40% de la población americana según datos de 1998, por encima del 60% en la población española), es identificar la mínima cantidad de actividad física más efectiva para obtener los máximos beneficios (ACSM, 2006).

Dos de las principales conclusiones del informe *Physical Activity & Health* del CDC de 1996 siguen

siendo hoy en día directrices plenamente válidas y vigentes para la población general:

- “Pueden obtenerse beneficios significativos de salud por medio de la inclusión de actividad física de moderada intensidad (por ejemplo, 30 minutos de paseo, 15 minutos de carrera, 45 minutos jugando al voleibol) la mayoría, y si es posible todos, los días de la semana. A través de este modesto incremento de la actividad diaria, la mayor parte de los individuos pueden mejorar su salud y su calidad de vida.”
- “Beneficios de salud adicionales pueden alcanzarse con mayores cantidades de actividad física. La gente que puede mantener un nivel regular de actividad de mayor duración y/o de mayor intensidad disfruta claramente de mayores efectos positivos.”

Ahora bien, en esta última edición del ACSM (2006) también se reconoce que hay un factor que no ha sido aún suficientemente identificado y definido. Se trata de la relación óptima entre dosis y respuesta (en inglés, el *dose-response*). En otras palabras, cualquier actividad es mejor que ninguna, y más actividad es mejor que menos. Aunque la dosis óptima aún debe ser definida, la evidencia científica actual es sólida y suficiente como para estimular a los profesionales de la salud a promover una práctica regular de actividad física de moderada intensidad como herramienta positiva de intervención preventiva y terapéutica con la población general (sedentaria y mayoritariamente enferma).

### 3. DISEÑO DE EJERCICIO ORIENTADO HACIA LA APTITUD CARDIORRESPIRATORIA

Citando textualmente el *position stand* del ACSM de 1998: “La prescripción de ejercicio está basada en la frecuencia, intensidad y duración del entrenamiento, la modalidad de la actividad (aeróbica, en principio), así como en el nivel de aptitud física inicial”. Así, a lo largo de los años se han identificado importantes observaciones, en la evaluación de estos factores, basándose en los resultados obtenidos con programas de entrenamiento de resistencia de 6 a 12 meses de duración.

De esta forma, sabemos que el aumento del  $VO_2$  máx está directamente relacionado con la frecuencia (ACSM, 1995; Atomi *et al.*, 1978; Gettman *et al.*, 1976; Hickson *et al.*, 1981), la intensidad (ACSM, 1995;

Atomi *et al.*, 1978; Crewes y Roberts, 1976; Shephard, 1969; Wenger y Bell, 1986) y la duración (ACSM, 1995; Hartung *et al.*, 1977; Milesis *et al.*, 1976; Wilmore *et al.*, 1970) del entrenamiento. Dependiendo de la calidad y la cantidad del entrenamiento, el aumento en el  $VO_2$  máx varía de un 10% a un 30% (Barry *et al.*, 1966; Davies *et al.*, 1971; Davis *et al.*, 1979; Gaesser y Rich, 1984; Gossard *et al.*, 1986; Hagberg *et al.*, 1989; etc.). Estos estudios demuestran que, siguiendo las recomendaciones establecidas en el *position stand* de 1998, se puede obtener un aumento mínimo en el  $VO_2$  máx de 15%.

La intensidad y la duración del entrenamiento están relacionadas, y la cantidad total de trabajo realizado es un factor importante en la mejora de la aptitud física (Burke y Franks, 1975; Cureton, 1969). A pesar de que es necesaria más investigación, la evidencia disponible sugiere que cuando se sobrepasa el umbral mínimo de intensidad de ejercicio, la cantidad total de trabajo realizado es un factor importante en el desarrollo (Pollock *et al.*, 1971; Sharkey, 1970) y el mantenimiento (Pollock *et al.*, 1977) de la aptitud física. Esto es, la mejoría será igual en actividades de baja intensidad y larga duración, comparada con alta intensidad y corta duración si el coste energético total de las actividades es igual. El ejercicio de alta intensidad se asocia con un riesgo cardiovascular mayor, lesiones ortopédicas y cumplimiento más bajo con el entrenamiento que el ejercicio de baja intensidad. Por lo tanto, los programas recomendados para adultos enfatizan el entrenamiento de baja a moderada intensidad y larga duración (CDC, 1996).

Según Esteve (2005), en el campo de la salud suelen estudiarse los mínimos necesarios de intensidad para obtener beneficios. Por ejemplo, para usar el máximo de grasas parece que en población general activa el punto máximo es alrededor del 74% de la máxima FC (zona entre el 68% y el 79%) y que a partir del 90% de la FC máxima desciende mucho la contribución energética de las grasas al esfuerzo. En población obesa, o con notable sobrepeso, parece más efectivo, sin embargo, trabajar entre el 70 y el 55%.

Las recomendaciones generales del ACSM para el desarrollo del fitness cardiorrespiratorio (1998) van desde el 40 al 85% de la FC de reserva, equivalentes al 55 y 90% de la FC máxima. Los trabajos con poblaciones de diverso nivel de fitness suelen indicar que éstos mínimos varían según el nivel de  $VO_2$  máx inicial, habiendo una gran diferencia en la respuesta al entrenamiento. Recordemos que el  $VO_2$  máx es también llamado la “capacidad funcional” de un indi-

viduo, y se considera el mejor indicador del fitness cardiorrespiratorio de una persona (Esteve, 2005). La unidad de medida de  $\text{VO}_2$  máx comparable entre individuos son los mililitros de  $\text{O}_2$  consumidos por cada kilogramo de peso y por cada minuto. Así, un trabajo reciente de Swain y Franklin (2002), indica que los sujetos de más de 40 ml/kg/min necesitan ejercitarse a un mínimo del 70% de la FC máxima para mejorar, mientras que los de nivel inferior a un mínimo de intensidad del 60%, una intensidad muy baja, por lo que se entiende que mejoran siempre por el mero hecho de ejercitarse.

Según el ACSM (1998, 2000, 2006), la clasificación de la intensidad del ejercicio y su uso como norma para la prescripción del ejercicio basado en una sesión de entrenamiento de 20 a 60 minutos de duración ha generado confusión, ha sido mal interpretada y frecuentemente utilizada fuera de contexto.

La Tabla 18.1 describe la relación entre la intensidad relativa del ejercicio, basada en el % de la FC máxima, el % de la FCR o el % del  $\text{VO}_2\text{R}$ , y su correspondiente RPE.

Respecto a la frecuencia de entrenamiento, el aumento en el  $\text{VO}_2$  máx tiende a estabilizarse cuando ésta es mayor de tres días por semana. En cuanto al aumento en el  $\text{VO}_2$  máx, el valor del aumento adicional encontrado cuando el entrenamiento es más de cinco días a la semana es pequeño o no evidente. Entrenar menos de dos días por semana no origina un cambio significativo en el  $\text{VO}_2$  máx (ACSM, 1998).

Según el ACSM (2006), en relación al modo de ejercicio, si la frecuencia, intensidad y duración del entrenamiento son similares (gasto total en kcal), las adaptaciones parecen ser independientes del modo de la actividad aeróbica. Por lo tanto, una gran variedad de actividades de entrenamiento de la resistencia pueden ser utilizadas para obtener el mismo efecto de entrenamiento.

De nuevo el ACSM (1998, 2000, 2006) establece que las actividades de resistencia que requieren correr y saltar son consideradas de alto impacto, y por lo general causan un número significativamente mayor de lesiones, tanto a los principiantes como a los que llevan mucho tiempo entrenando, que las actividades de bajo impacto y aquellas en donde no se desplaza el peso corporal. Esto además se acentúa entre las personas mayores. Por lo tanto, debemos tener precaución cuando recomendamos el tipo de actividad y la dosis de ejercicio a la persona que comienza un programa de entrenamiento (y como veremos en el epígrafe final de este capítulo, posiblemente comenzar con anterioridad con un mesociclo de adaptación músculo-esquelética).

En cualquier caso, el ACSM (2006) recomienda un modelo de progresión a lo largo del proceso de entrenamiento de la aptitud cardiorrespiratoria de un sujeto principiante (clasificado como de bajo riesgo cardiovascular), que dependerá de su capacidad funcional, de su estado de salud, edad, objetivos y preferencias personales y nivel de tolerancia

**Tabla 18.1.** Clasificación de la intensidad de la actividad física, basada en actividades de 60 min de duración (adaptado de ACSM, 1998).

Intensidad	Tipo de actividad de resistencia							Tipo de ejercicio de fuerza
	Intensidad relativa			Intensidad absoluta (MET) en adultos sanos (edad en años)				Intensidad relativa*
	$\text{VO}_2\text{R}$ (% FC reserva (%))	Máxima FC (%)	RPE†	Joven (20-39a)	Mediana edad (40-64a)	Mayor (65-79a)	Muy mayor (80+a)	Máxima contracción voluntaria (%)
Muy suave	<20	<35	<10	<2,4	<2,0	<1,6	<1,0	<30
Ligera	20-39	35-54	10-11	2,4-4,7	2,0-3,9	1,6-3,1	1,1-1,9	30-49
Moderada	40-59	55-69	12-13	4,8-7,1	4,0-5,9	3,2-4,7	2,0-2,9	50-69
Fuerte	60-84	70-89	14-16	7,2-10,1	6,0-8,4	4,8-6,7	3,0-4,25	70-84
Muy Fuerte	>85	>90	17-19	>10,2	>8,5	>6,8	>4,25	>85
Máxima	100	100	20	12,0	10,0	8,0	5,0	100

al esfuerzo (relacionada directamente con su nivel de entrenamiento). De esta forma, el entrenamiento de la resistencia debería pasar por tres etapas en la progresión: iniciación, mejora y mantenimiento. La Tabla 18.2, incluida a continuación, establece el modelo de progresión para participantes sedentarios clasificados como bajo riesgo:

#### 4. DISEÑO DE EJERCICIO ORIENTADO HACIA LA APTITUD MÚSCULO-ESQUELÉTICA

Para Rodríguez (1995) el término *musculoskeletal fitness* o aptitud (condición) músculo-esquelética hace referencia a aquellos factores de la aptitud física más relacionados con el sistema músculo-esquelético: la fuerza, la resistencia muscular y la flexibilidad.

La capacidad para generar fuerza (como término genérico) ha fascinado a la humanidad a lo largo de la historia. No sólo porque las grandes proezas de fuerza han cautivado la imaginación de los pueblos, sino también porque un nivel suficiente de fuerza muscular era importante para garantizar la supervivencia.

Aunque la moderna tecnología ha reducido las necesidades de producir niveles elevados de fuerza durante las actividades diarias, en nuestros días ya está bien reconocido, tanto en el campo científico como en el médico, que la fuerza muscular es una cualidad física fundamental y necesaria para la salud, la capacidad funcional y el mantenimiento de la calidad de vida (ACSM, Kraemer *et al.*, 2002).

La capacidad del sistema neuromuscular para generar tensión es necesaria en cualquier tipo de movimiento. Las fibras musculares, clasificadas de acuerdo a sus características contráctiles y metabólicas, muestran una relación lineal entre su área de sección transversal y la máxima cantidad de fuerza que pueden generar (Finer *et al.*, 1994). En la totalidad de la musculatura, la disposición de las fibras musculares en relación a su ángulo de tracción (disposición peniforme), unida a otros factores como la longitud del músculo, el ángulo de la articulación y/o la velocidad de contracción, pueden alterar la manifestación de la fuerza muscular (Gulch, 1994; Knapik *et al.*, 1983). Por otra parte, la generación de la fuerza también es dependiente de la activación de las unidades motoras (Sale, 1992). Estas unidades motoras son reclutadas de acuerdo a su tamaño, primero las más pequeñas y a continuación las grandes (Henneman *et al.*, 1965).

Las adaptaciones que se producen por efecto del entrenamiento permiten generar una fuerza muscular mayor. Estas adaptaciones incluyen una mejora de la función neural (mayor capacidad de reclutamiento de unidades motoras y mayor activación neural (Leona *et al.*, 1999; Milner-Brown *et al.*, 1975; Sale, 1992), un aumento en el área de sección transversal del músculo (Alway *et al.*, 1989; McCall *et al.*, 1996; Ataron *et al.*, 1994), cambios en la arquitectura muscular (Kawakami *et al.*, 1993), y posiblemente un diferente papel de distintos metabolitos (Rooney *et al.*, 1994; Shinohara *et al.*, 1998; Smith y Rutherford, 1995) para aumentar la fuerza. De esta forma, la magnitud de la mejora de la fuerza será dependiente de la acción

**Tabla 18.2.** Progresión del entrenamiento de resistencia en sujetos sedentarios de bajo riesgo (Adaptado del ACSM, 2006).

Fase del programa	Semana	Frecuencia de entrenamiento (sesiones/semana)	Intensidad (%FC reserva)	Duración del ejercicio
Iniciación	1	3	40-50	15-20
	2	3-4	40-50	20-25
	3	3-4	50-60	20-25
	4	3-4	50-60	25-30
Mejora	5-7	3-4	60-70	25-30
	8-10	3-4	60-70	30-35
	11-13	3-4	65-75	30-35
	14-16	3-5	65-75	30-35
	17-20	3-5	70-85	35-40
	21-24	3-5	70-85	35-40
Mantenimiento*	+24	3-5	70-85	20-60

(\* La intensidad, frecuencia y duración pueden variar dependiendo de los objetivos del programa a largo plazo.)

muscular utilizada, de la intensidad, del volumen, de la selección y orden de los ejercicios, de los tiempos de recuperación entre series y de la frecuencia de entrenamiento (Tan, 1999).

Ya que la sarcopenia y la debilidad muscular pueden ser una característica casi universal del estilo de vida sedentario y del proceso natural del envejecimiento, deben ponerse en práctica estrategias para preservar o aumentar la masa muscular en los adultos y en los mayores (ACSM, 1998). Aunque se ha demostrado que la fuerza aumenta en respuesta al entrenamiento entre el 60 y el 100% de 1RM (MacDougall, 1986), está claro que cuando la intensidad del ejercicio es baja los sedentarios sólo logran aumentos leves en su fuerza (Larsson, 1985; Aniansson y Gustafsson, 1981).

Evidentemente, aunque las generalizaciones en nuestro contexto siempre tienen el riesgo de producir estímulos de entrenamiento demasiado genéricos y, por tanto, con limitadas capacidades para producir adaptaciones estables en los practicantes, lo cierto es que ya disponemos hoy en día de suficiente información como para poder identificar con claridad unas *recomendaciones generales*, que nos ayuden a tomar decisiones en el diseño de programas de entrenamiento de fuerza para la población general.

Hasta la publicación de los trabajos de DeLorme y Watkins (1948), el entrenamiento de la fuerza no comienza a ser investigado científicamente. Tras la II Guerra Mundial, DeLorme y Watkins demostraron la importancia de los “ejercicios de resistencia progresiva” en el incremento de la fuerza muscular y de la masa muscular (hipertrofia) para la rehabilitación del personal militar. De esta forma, desde comienzos de la década de los años cincuenta y en la de los sesenta, el entrenamiento de fuerza se convirtió en un campo de interés para la comunidad científica, médica y deportiva (Berger, 1962, 1963; Capen, 1950, 1956).

El entrenamiento de fuerza se ha mostrado como el método más efectivo para desarrollar la fuerza muscular, y actualmente es recomendado por las principales organizaciones mundiales con responsabilidades e intereses en materia de salud para la mejora del fitness y de la misma (American College of Sports Medicine, 1998; American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation, 1999; American Heart Association, 1995; Pollock, *et al.*, 2000; Pollock, Vincent. The President's Council on Physical Fitness and Sports, 1996).

El entrenamiento de fuerza, particularmente cuando está incorporado a un programa completo de

fitness (esto es, que incluye también actividades aeróbicas y trabajo de flexibilidad), reduce la presencia de los factores de riesgo asociados con la enfermedad cardiovascular (Goldberg, 1989; Goldberg *et al.*, 1984; Hurley *et al.*, 1988; Jackson *et al.*, 1985), con la diabetes no insulino dependiente (Millar *et al.*, 1984) y con el cáncer de colon (Koffler *et al.*, 1992); previene la osteoporosis (Gutin y Kasper, 1994; Layne y Nelson, 1999); facilita la pérdida y/o el control del peso (Evans, 1999; Match y Drum, 1986; Wilmore, 1974); mejora la estabilidad dinámica y conserva la capacidad funcional motriz (Evans, 1999; Ghilarducci *et al.*, 1989; Stewart *et al.*, 1988); y fomenta el bienestar psicológico (Ewart, 1989; Stewart *et al.*, 1988).

En el informe de toma de posición del American College of Sports Medicine sobre “la cantidad y calidad de ejercicio recomendado para desarrollar y mantener el fitness cardiorrespiratorio, muscular y la flexibilidad en adultos sanos” (1998), la recomendación inicial respecto al trabajo de fuerza consistía en realizar una serie de 8-12 repeticiones, en 8 a 10 ejercicios, incluyendo un ejercicio para cada uno de los principales grupos musculares; en el caso de personas ancianas o muy débiles, debían realizarse 10 a 15 repeticiones por serie. Este programa inicial ha demostrado ser efectivo para mejorar el fitness músculo-esquelético en sujetos previamente desentrenados durante los primeros tres o cuatro meses de entrenamiento (Carpenter *et al.*, 1991; Coleman, 1977; Feigenbaum y Pollock, 1999; Marx *et al.*, 2001). No obstante, esta recomendación inicial del ACSM no incluía ningún tipo de indicación para la prescripción del entrenamiento de fuerza orientado a aquellos sujetos que querían progresar en el desarrollo de las distintas características entrenables del fitness músculo-esquelético (fuerza muscular, resistencia muscular, potencia muscular, etc.).

Ahora bien, en febrero del año 2002 el propio ACSM publicó en su revista, el *Medicine & Science in Sports & Exercise* (vol. 34, nº 2, pp. 364-380), un nuevo informe de toma de posición en donde se recogían las principales indicaciones para la progresión del entrenamiento de la fuerza en sujetos de nivel principiante, intermedio o avanzado, basándose en la información disponible hasta el momento. Se trata del “ACSM position stand on progression models in resistance training for healthy adults”, desarrollado por un grupo de expertos encabezado por el prestigioso doctor William J. Kraemer, y en donde han participado además: Kent Adams, Enzo Cafarelli, Gary A. Dudley, Cathryn Doly, Matthew S. Feigenbaum,

Steven J. Fleck, Barry Franklin, Andrew C. Fry, Jay R. Hoffman, Robert U. Newton, Jeffrey Potteiger, Michael H. Stone, Nicholas A. Ratamess, y Travis Triplett-McBride.

Este importante e interesante documento sin duda alguna ha modificado la concepción del entrenamiento de la fuerza orientado a la población general, constituyéndose en un elemento de referencia, análisis y reflexión básico para los profesionales de la actividad física que desarrollen su actividad en el campo de la salud. En él se recogen una serie de conceptos fundamentales en relación a la prescripción y progresión en todo programa de entrenamiento de la fuerza, que consideramos deberían ser revisados con atención por el lector. Repasémoslos brevemente:

*Sobrecarga progresiva.* La sobrecarga progresiva es el incremento gradual del estrés producido sobre el organismo durante el entrenamiento. La tolerancia a este estrés relacionado con la sobrecarga es vital para poder monitorizar y controlar la progresión en un programa de entrenamiento. Si consideramos que las adaptaciones fisiológicas a un programa de entrenamiento de fuerza estándar y regular pueden ocurrir en un espacio corto de tiempo, el incremento sistemático del estímulo es imprescindible para permitir una mejora constante a lo largo del proceso de entrenamiento. Este incremento sistemático de la carga (estímulo de entrenamiento) va a poder realizarse de diferentes formas:

1. Aumentando la resistencia a vencer.
2. Aumentando el número de repeticiones en que desplazamos esa carga.
3. Variando la velocidad de ejecución con cargas submáximas en relación a los objetivos del entrenamiento.
4. Reduciendo los tiempos de recuperación para mejorar la resistencia muscular, o ampliándolos para mejorar la fuerza muscular o la potencia.
5. Variando el volumen del entrenamiento (esto es, el trabajo total realizado, representado como el producto del total de repeticiones efectuadas y la resistencia desplazada), siempre dentro de unos límites razonables.
6. Combinando cualquiera de estas formas.

En este sentido, Fleck y Kraemer (1997) recomiendan realizar tan sólo incrementos pequeños del volumen de entrenamiento (2,5-5%), con el objetivo de evitar el sobreentrenamiento.

*Especificidad.* Existe un relativo alto grado de especificidad implícita en cualquier movimiento

humano (Sale, 1992), que conlleva una adaptación tanto de los patrones de movimiento como de las características de fuerza y velocidad de esa acción (Häkkinen, 1994; Harris *et al.*, 2000; Wilson *et al.*, 1993). Es decir, todas las adaptaciones al entrenamiento son específicas del estímulo aplicado. De esta forma, las adaptaciones fisiológicas al entrenamiento van a ser específicas en relación a:

1. Las acciones musculares realizadas (Dudley *et al.*, 1991; Hather *et al.*, 1991).
2. La velocidad de los movimientos (Dudley *et al.*, 1991).
3. La amplitud del movimiento (Bandy y Hanten, 1993; Knapik *et al.*, 1983).
4. Los grupos musculares entrenados (Fleco y Kraemer, 1997).
5. Los sistemas energéticos solicitados (Kraemer *et al.*, 1987; Robergs *et al.*, 1991; Tesch *et al.*, 1989).
6. La intensidad y volumen del entrenamiento (Berger, 1963; Häkkinen *et al.*, 1985; O'Shea, 1966; Schlumberger *et al.*, 2001).

Por lo tanto, aunque existen una serie de efectos genéricos del entrenamiento, los programas de fuerza más efectivos serán aquellos diseñados para alcanzar objetivos concretos y específicos.

*Variación.* La variación en el entrenamiento es un principio básico y fundamental que atiende a la necesidad de que se produzcan alteraciones en una o más variables del programa para mantener un estímulo óptimo a lo largo del tiempo. Se ha demostrado que la variación sistemática del volumen y la intensidad es más efectiva para mantener una progresión adecuada en programas de entrenamiento a largo plazo (Stone *et al.*, 2000). La teoría del entrenamiento de fuerza más comúnmente analizada que incluye una variación sistemática y planificada es la "periodización".

Esta variación sistemática (periodización) de las diferentes variables del entrenamiento de la fuerza (volumen e intensidad) ha sido utilizada para optimizar tanto el rendimiento como la recuperación (Häkkinen *et al.*, 1987; Matveyev, 1981; Potteiger *et al.*, 1995). No obstante, el uso del concepto de la periodización no está limitado a los atletas de élite o sujetos experimentados en entrenamiento de fuerza, y ha sido utilizado también con éxito en sujetos de diferentes niveles de fitness y con diferentes experiencias previas. Así, el entrenamiento periodizado de fuerza se ha mostrado efectivo tanto en el entrenamiento específicamente deportivo (Häkkinen *et al.*, 1988; Kibler

y Chandler, 1994; Kraemer, 1997; Kraemer *et al.*, 2000), como en el de objetivo recreativo (Dolezal y Potteiger, 1998; Eric y Stone, 1996; Stone *et al.*, 1981) o de rehabilitación (Fees *et al.*, 1998).

*Impacto del nivel inicial de entrenamiento.* El nivel inicial de entrenamiento juega un papel importante en el ratio de progresión durante el entrenamiento de la fuerza. De esta forma, los sujetos no entrenados (aquellos que tienen experiencia en el entrenamiento de fuerza y/o los que no han entrenado regularmente un número importante de años) responden favorablemente a la mayoría de los protocolos de entrenamiento, haciendo difícil evaluar los efectos de diferentes programas de entrenamiento (Fleck, 1999; Häkkinen, 1985).

El porcentaje de mejora de la fuerza difiere considerablemente entre sujetos entrenados y no entrenados (Kraemer, Fleck, 1988), presentando los sujetos experimentados un ritmo de progresión y mejora más lento (Giorgi *et al.*, 1998; Häkkinen *et al.*, 1987; Häkkinen *et al.*, 1988; Schiotz *et al.*, 1998).

Según Kraemer (2002), en el citado informe de toma de posición del ACSM, una revisión de la literatura revela que la fuerza muscular mejora aproximadamente un 40% en sujetos “no entrenados”, un 20% en sujetos “moderadamente entrenados”, un 16% en sujetos “entrenados” (aquellos con un entrenamiento regular y constante al menos de seis meses), un 10% en sujetos “avanzados” (aquellos con varios años de experiencia en entrenamiento de fuerza y que han obtenido mejoras significativas en su fitness muscular), y un 2% en sujetos de “élite” (atletas de alta competición), en periodos de entrenamiento de cuatro semanas a dos años. Aunque los programas de entrenamiento, la duración y los procedimientos de valoración de todos los estudios referidos por Kraemer (2002) eran muy distintos, estos datos demuestran claramente cómo se produce una tendencia específica hacia la reducción del ritmo de progresión con la experiencia.

Hoy en día ya está claramente documentado que los cambios en la fuerza muscular son más importantes en las etapas iniciales de entrenamiento (Häkkinen, 1985; Morganti *et al.*, 1995). Así, los estudios realizados a corto plazo (11-16 semanas) muestran que la mayor parte de las mejoras en la fuerza tienen lugar en las primeras cuatro a ocho semanas de entrenamiento (Hickson *et al.*, 1994; O'Bryant *et al.*, 1988). Igualmente, se han observado resultados similares en estudios realizados durante un año de entrenamiento (Morganti *et al.*, 1995).

A la vista del estado actual de conocimientos, derivado del análisis de 264 trabajos, Kraemer *et al.* (2002) concluyen en este *position stand* que para el desarrollo de la fuerza muscular, lo ideal es lo siguiente:

- Incluir en el programa de entrenamiento ejercicios poliarticulares y monoarticulares, desarrollados en acciones musculares concéntricas y excéntricas. Para garantizar una intervención adecuada deben realizarse los ejercicios destinados a los grupos musculares grandes antes que los pequeños, los ejercicios poliarticulares antes que los monoarticulares, y los de intensidad elevada antes que los de intensidad moderada (de esta forma se asegura una técnica correcta de ejecución, teniendo en cuenta las diferencias en intensidad).
- Para principiantes se recomiendan cargas iniciales de 8 a 12 repeticiones máximas (RM).
- Para individuos de nivel intermedio a avanzado, se recomiendan cargas entre 1 y 12 RM, estructuradas de forma periodizada, con énfasis eventual en cargas pesadas (1-6 RM), utilizando al menos 3 minutos de recuperación entre series, realizados a una velocidad de contracción moderada (1-2 segundos en la fase concéntrica, 1-2 segundos en la fase excéntrica).
- Cuando trabajemos a una RM específica se recomiendan incrementos de la carga del 2 al 10% de la misma cuando el individuo sea capaz de mover en la misma serie una o dos repeticiones de más de las establecidas.
- La recomendación genérica sobre la frecuencia de entrenamiento es de 2 a 3 días a la semana para principiantes e intermedios, y de 4 a 5 días para avanzados.
- Para el entrenamiento orientado a producir hipertrofia muscular, las recomendaciones respecto a la selección de ejercicios y frecuencia de entrenamiento no varían. En cuanto a la carga, se aconseja utilizar cargas de 1-12 RM, de forma periodizada, con énfasis en cargas entre 6-12 RM, utilizando descansos de 1 a 2 minutos entre series, y con una velocidad de ejecución moderada. Para optimizar la hipertrofia se recomienda, finalmente, utilizar un alto volumen, en programas basados de multiserias.
- En cuanto a la progresión para la mejora de la potencia muscular, se plantean dos estrategias generales respecto a la carga: 1) entrenamiento de fuerza; 2) utilización de cargas ligeras (30-

60% 1RM) en ejercicios realizados con una alta velocidad de contracción, y descansos de 2 a 3 minutos entre series. Se recomienda especialmente enfatizar en ejercicios poliarticulares que impliquen movilizar el peso corporal.

- Por último, para el desarrollo de la resistencia muscular localizada, se recomienda utilizar cargas moderadas (40-60% 1RM), con un alto volumen por serie (15 repeticiones o más), y cortos periodos de recuperación (no superiores a 90 segundos).

## 5. DISEÑO DE EJERCICIO ORIENTADO HACIA LA FLEXIBILIDAD

Si recordamos brevemente, la flexibilidad es la capacidad de una articulación para moverse de forma fluida en toda su amplitud de movimiento (ROM = *range of motion*; Heyward, 1996). Este componente de la aptitud física es altamente individual, específico de cada articulación y se ve afectado por múltiples factores, incluyendo el nivel de fuerza muscular y/o la presencia de enfermedades (Marshall *et al.*, 1980).

La mayor parte de la literatura existente sobre la relación entre flexibilidad e indicadores del estado de salud es cierta, especialmente en relación al impacto de la edad en la flexibilidad y a los cambios asociados en el estado funcional (Warburton *et al.*, 2001). El envejecimiento está asociado con una declinación en el rango de movimiento de cada articulación (Bell y Hoshizaki, 1981; Brown y Miller, 1998; Payne *et al.*, 2000), especialmente en las extremidades inferiores (Bell y Hoshizaki, 1981), que podrían degenerar en severas limitaciones funcionales. Así, una mejora en la flexibilidad produce, por un lado, una reducción en la incidencia de lesiones, y por otro, un aumento en la capacidad de rendimiento (*performance*) durante la práctica de actividades físicas (Stone *et al.*, 1991). Por el contrario, una flexibilidad reducida está asociada a una reducción de las habilidades funcionales, incluida una pérdida en la velocidad de la marcha (Cunningham *et al.*, 1993; Escalante *et al.*, 1999), una menor capacidad de acceder a los medios de transporte público, un aumento del uso de elementos para caminar (bastones, andadores), así como mayores dificultades para subir escaleras y levantarse de una silla (Bergstrom *et al.*, 1985).

Además, esta flexibilidad reducida también se asocia a una pérdida en el estado general de salud del

sujeto, incluido un aumento importante en la manifestación de dolores (Escalante *et al.*, 1999), una reducción de su independencia (Cunningham *et al.*, 1993) y de su salud percibida, capacidad física, función social, salud mental y en general todos los factores que conforman la calidad de vida (Payne *et al.*, 2000). No obstante, pueden existir considerables reducciones en la flexibilidad que no siempre estarán asociadas necesariamente a una situación patológica (Bergstrom *et al.*, 1985; Jette y Branch, 1984).

Las mayores alteraciones en el estado funcional de los sujetos por efecto de la edad son la reducción de la velocidad de marcha y la pérdida de movilidad. Esta pérdida en la velocidad de desplazamiento está asociada primariamente con una reducción de la longitud de paso (Crowinshield *et al.*, 1978; Hageman y Blanke, 1986, citados por Warburton *et al.*, 2001), que a su vez está relacionada directamente con una reducción en el rango de movimiento entre la pelvis y la cadera (Hageman y Blanke, 1986, citados por Warburton *et al.*, 2001).

La reciente publicación de la 7ª edición del *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription* (2006), establece como recomendaciones generales para el entrenamiento de la flexibilidad las siguientes:

- Establecer una serie de ejercicios de estiramientos a realizar regularmente dirigidos a los principales grupos musculares, utilizando básicamente estiramientos estáticos.
- Antes de realizar ejercicios de flexibilidad es necesario realizar un calentamiento adecuado para elevar la temperatura corporal.
- Realice un mínimo de 2 a 3 sesiones semanales, aunque lo ideal es una frecuencia de 5 a 7 días/semana.
- Estire la musculatura en dirección al máximo rango de movimiento, pero sin producir discomfort.
- Mantenga cada ejercicio de estiramiento entre 15 y 30 segundos.
- Realice de 2 a 4 repeticiones para cada ejercicio de estiramientos.
- Los ejercicios dinámicos y de Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (FNP) no están recomendados en principio para población general sedentaria. Deben aplicarse tan sólo en individuos avanzados, con un buen control de la técnica de ejecución y con la posibilidad de contar con ayudantes experimentados en ciertas acciones complejas.

## 6. DISEÑO GENERAL DE UN PROGRAMA DE EJERCICIO FÍSICO: OPTIMIZACIÓN DEL EJERCICIO

Según Rodríguez (1995), la prescripción del ejercicio puede ser definida como el “proceso mediante el cual se recomienda a una persona un régimen de actividad física de manera sistemática e individualizada”. Esta definición, que coincide claramente con la aportada por otros autores, como Campaigne y Lampan (1994), y Gordon (1995), requiere desde nuestro punto de vista una serie de matizaciones en función de tres conceptos clave. Por un lado, la prescripción es un proceso, lo cual conlleva una extensión en el tiempo; por otro, y relacionado con el anterior, el ejercicio debe ser formulado de una forma *sistemática*, esto es, organizada y relacionada adecuadamente en función de la dinámica de los estímulos y las necesidades de recuperación; y por último, necesariamente también debe ser *individualizada*, es decir, adaptada a las capacidades, necesidades e intereses de cada individuo (Jiménez, 2003).

Los programas de actividad física para la salud destinados a la población general deben constituirse y considerarse como una opción válida de ejercicio físico regular, y por tanto, como un *hábito de vida saludable*. El hecho de referirnos a un hábito implica necesariamente la extensión del mismo en el tiempo, si es posible durante toda nuestra vida, y en este sentido sería fundamental considerar a estos programas de actividad física como lo que son, un *proceso de entrenamiento*. Como tal proceso de entrenamiento, éste contemplará la mejora sistemática y progresiva de las capacidades físicas del sujeto (Jiménez, 2003). Esta mejora sistemática y progresiva va a poder materializarse gracias a una correcta planificación de todos los factores que influyen en la misma: características individuales del sujeto, tiempo disponible, objetivos, contenidos, etc. (Weineck, 1992).

Para Verkhoshansky (1995), esto supone asumir ciertas exigencias propias del entrenamiento deportivo: “La principal exigencia que se hace a la organización del entrenamiento es la creación de las condiciones óptimas para un desarrollo normal del proceso de adaptación, a partir del cual es preciso realizar todos los principios metodológicos del entrenamiento y resolver los objetivos de la preparación del sujeto. A su vez, dichos objetivos pueden conseguirse con éxito si se utilizan formas racionales de la

organización del proceso de entrenamiento, es decir, métodos para ordenar su contenido en el tiempo. De este modo, el tiempo y la organización (la estructura) de las cargas de entrenamiento actúan como los principales parámetros interdependientes del proceso de entrenamiento”.

En este sentido, y como planteamiento inicial, es interesante recoger las palabras de Borms (1995), que no hacen sino reconocer la necesidad de sistematizar cualquier programa de ejercicio físico:

“La prescripción del ejercicio debe hacerse en función de las necesidades, del estado de salud, del tiempo de que dispone la persona y de las instalaciones disponibles. Los programas de ejercicio deben ser placenteros, deben mejorar la socialización, deben estimular mental e intelectualmente y deben resultar seguros y económicos.”

Ahora bien, la visión habitual del proceso de prescripción de ejercicio con la población general ha sido planteada desde un punto de vista exclusivamente médico, y ello ha limitado, en nuestra opinión, las posibilidades de diseñar programas de ejercicio físico rigurosos, sistemáticos y realmente individualizados, capaces de facilitar las condiciones de la práctica al sujeto, y de proporcionarle experiencias positivas, especialmente cuando es principiante. En realidad, parece que las propuestas de ejercicio en nuestro ámbito son extraordinariamente específicas para los sujetos especialmente dotados y entrenados (deportistas de alto nivel), y alarmantemente genéricas e indiferenciadas para la población general, que por regla general dispone de menos capacidades físicas y presenta mayores riesgos de salud, asociados a la ausencia de ejercicio y a los deterioros y procesos degenerativos propios además del paso de los años. Es por ello, por lo que consideramos que este proceso de *prescripción del ejercicio* debería redefinirse y ser denominado como *sistematización del proceso de entrenamiento para la salud*.

En la mayor parte de los textos genéricos de actividad física saludable, se han realizado propuestas de intervención muy simples y basadas a nuestro entender en un concepto erróneo, considerar el “programa de entrenamiento” como si se tratara de una “sesión-tipo”, y de esta forma, se recomiendan una serie de actividades integradas en la misma unidad de entrenamiento, que carecen de desarrollo a lo largo del tiempo, y que por tanto, sólo producirán adaptaciones positivas en las primeras semanas. Personalmente, consideramos que el proceso de entrenamiento de la población requiere por nuestra parte mayor rigor

y más trabajo, al ser considerado realmente como un proceso de planificación y programación (véase Figura 18.2).

Como podemos observar, las diferencias importantes de concepto que sustentan nuestra aproximación teórica al diseño y desarrollo de programas de intervención con ejercicio físico (crónico, sistemático, progresivo y específico) se basan en considerar al “programa de entrenamiento genérico” en lo que es, un *mesociclo*, es decir, un determinado periodo de entrenamiento, constituido por uno o varios microciclos, que deben permitir al individuo acumular una dosis suficiente de estímulo como para producir adaptaciones en su capacidad, y por lo tanto, alcanzar una serie de objetivos establecidos para ese mesociclo (uno o varios). De esta forma, nuestro objetivo consistirá en planificar y programar, mediante mesociclos, distintos contenidos de entrenamiento capaces de atender las necesidades de cada individuo de forma efectiva. Y para ello debemos hacer lo siguiente:

### 6.1. Manos a la obra... Primer paso: la entrevista inicial

Como analizábamos extensamente en un texto reciente (Jiménez, 2005), los especialistas en ejercicio necesitamos conocer y comprender la relación existente entre la actividad física y la salud, para lo cual es importante que podamos identificar y clasificar al sujeto en función de su estado de salud y de su estilo de vida, siempre antes de evaluar su nivel de aptitud física (o fitness) y/o comenzar las sesiones de entrenamiento (Heyward, 1996). Del mismo modo, el ACSM (2000) incentiva a los profesionales del ejercicio físico a incorporar alguna forma de evaluación del estado de salud de sus clientes antes de comenzar el programa de ejercicio.

De hecho, el ACSM (1999, 2000) reconoce y recomienda que para trabajar con seguridad durante la valoración del ejercicio y su participación en él, y permitir de esta forma el desarrollo de una prescripción del ejercicio segura y efectiva, es necesario realizar una identificación y selección inicial de los sujetos atendiendo a los factores de salud, ya que puede haber personas que estén aparentemente sanas, o por el contrario, que padezcan alguna enfermedad crónica.

Es esencial que los métodos e instrumentos empleados en esta valoración inicial del estado de salud sean válidos, que el coste sea adecuado a la efectividad y el tiempo a la eficacia. La extensión y carac-



**Figura 18.2.** Representación del error metodológico existente en los términos aplicados usualmente en la “prescripción del ejercicio”.

terísticas de esta entrevista vendrán determinadas por la edad, el sexo y las características individuales del estado de salud del participante en el programa, y por los recursos de equipamiento, tecnología y nivel de formación del entrenador. Esta acción puede realizarse por medio de breves cuestionarios, entrevistas e incluso evaluaciones informatizadas (ACSM, 2000).

En una reciente publicación, sistematizábamos una propuesta concreta de entrevista inicial destinada a individuos generalmente sedentarios (Jiménez, 2005), cuya tabla esquemática incluimos a continuación (Tabla 18.3).

**Tabla 18.3.** Fases y objetivos de la entrevista inicial (Jiménez, 2005).

Fases de la entrevista inicial	Objetivos
Valoración estado de salud	Identificación de la existencia o no de riesgo cardiovascular (estratificación inicial del riesgo cardiovascular en función del análisis de los factores de riesgo).
	Identificación de la existencia o no de riesgo locomotor (crónico o puntual).
	Identificación de la existencia o no de riesgo o limitación sensorial (que requiera una atención especial en el proceso de enseñanza-aprendizaje).
Conclusiones de la valoración preliminar	Identificación de la existencia o no de consumo de fármacos (contraindicaciones con el ejercicio y/o adaptaciones en la práctica).
	Estado de salud para la práctica de ejercicio físico.

(Continúa)

*(Continuación)*

Fases de la entrevista inicial	Objetivos
Valoración del estado de comportamiento	Identificación del estado de comportamiento y de las posibles barreras, tanto internas como externas, que el sujeto pueda manifestar para adquirir continuidad en la práctica.
Antecedentes de práctica deportiva	Identificación de experiencias previas (positivas o negativas) y reconocimiento de los patrones de competencia motriz asociados.
Intereses y motivaciones	Identificación de intereses y motivaciones hacia la práctica.
Tiempo disponible	Identificación del aspecto cuantitativo del programa.
Necesidades detectadas	Identificación de necesidades reales y prioritarias en función de la reflexión sobre la información obtenida.
Objetivos principales	Identificación de objetivos por consenso.

Sin lugar a dudas, uno de los aspectos más importantes antes de comenzar el desarrollo de un programa de ejercicio es el planteamiento de objetivos para el mismo, y es lógico que el sujeto nos haya planteado ya algún objetivo específico y/o inespecífico, pero lo importante en este momento es que el entrenador identifique con claridad las necesidades “sustantivas” a cubrir con el programa de ejercicio, que se relacionarán inicialmente con garantizar la seguridad en la práctica, en función de su estado de salud, y con favorecer la continuidad y el cumplimiento del mismo.

## 6.2. Segundo paso: la “Ley de las tres preguntas”

Ahora bien, para identificar con claridad los objetivos de un programa de entrenamiento de un individuo sedentario (hoy por hoy más del 80% del conjunto de la población española), y por lo tanto, poder establecer cómo diseñar el mismo, necesitamos realizar tres preguntas fundamentales en el orden correcto. Es lo que denominamos “*la Ley de las tres preguntas*”:

*Pregunta 1: ¿Qué necesita realmente el individuo?* Fundamentalmente respecto a su estado de salud actual, posiblemente deteriorado por su estilo de vida sedentario, y en donde el ejercicio agudo puede ser potencialmente muy peligroso. La respuesta a esta pregunta 1 será el “objetivo específico de entrenamiento”, no lo que el individuo desea, sino lo que el

individuo necesita inicialmente, y calma, ya nos ocuparemos un poco más adelante de sus “otros” objetivos (estéticos, de habilidad deportiva, etc.).

Ante la respuesta a esta pregunta, debe surgir automáticamente en nuestro cerebro cuál es la mejor dosis de ejercicio para atender esos objetivos específicos (necesidades de salud del individuo), partiendo de nuestro nivel de conocimientos. Pues bien, *la pregunta 2* sería: *¿Qué necesita este individuo para poder asimilar correctamente esa dosis “óptima” de ejercicio?* Y la respuesta a esta pregunta 2 debe constituir el/los “objetivo/s específico/s prioritario/s de entrenamiento”, que es por dónde debemos comenzar el diseño de su programa de intervención.

Ahora bien, aún debemos definir con claridad cómo alcanzamos ese objetivo prioritario específico, es decir, *¿qué contenidos vamos a seleccionar?*, para dar respuesta a esas necesidades específicas para determinada dosis de ejercicio. Ésta sería *la pregunta 3*, que dependerá de varias cuestiones muy importantes, y que por tanto deberíamos definir de esta forma: *¿Qué condicionantes personales, espaciales y temporales determinarán la selección de contenidos en este individuo concreto para alcanzar esos objetivos específicos prioritarios?*

Dentro de los *condicionantes personales* encontramos, por un lado, el estado de salud del individuo, pero también su nivel de aptitud física, sus habilidades motrices, antecedentes de práctica deportiva, intereses, preferencias y motivaciones. Los *condicionantes espaciales* son aquellos relacionados con el entorno físico en el que debe desarrollarse el mismo, es decir, las instalaciones deportivas disponibles (incluido el equipamiento que incluyen), dimensiones, tipo de pavimentos, etc. Y por último, los *condicionantes temporales* hacen referencia al tiempo del que dispone el individuo para dedicar al programa, establecidos en número de sesiones a la semana, y tiempo por sesión.

Veamos a continuación un ejemplo claro de aplicación de la “Ley de las tres preguntas”:

*El señor García tiene 56 años, mide 1,72 m, pesa 81 kg, es sedentario, tiene el colesterol elevado y sus niveles de glucosa en sangre en ayunas se sitúan en 106 mg/dl. Dispone de una hora de tiempo para dedicar a su programa de ejercicio tres días a la semana. Sus objetivos son mejorar su condición física para poder inscribirse en el campeonato de tenis de su oficina.*

*1ª pregunta: ¿Qué necesita el señor García? Aunque el Señor García desea mejorar su capacidad para jugar al tenis, su estilo de vida sedentario, su*

edad y su elevado peso corporal, con un nivel de riesgo cardiovascular moderado, nos dirigen claramente hacia un programa centrado inicialmente en perder peso.

Objetivo específico: perder peso.

2ª pregunta: ¿Qué necesita el señor García para poder asimilar la dosis óptima de ejercicio para perder peso? Lo cierto es que el señor García necesita una gran dosis de ejercicio de carácter aeróbico (+1/6 de la masa muscular, con una carga estable mantenida más de 280 minutos/semana, según el position stand del ACSM, 2001). Pero para que un sedentario pueda llegar a acumular esa dosis de ejercicio, debe disponer de una mínima capacidad en sus niveles de aptitud músculo-esquelética, pues si no el riesgo de lesión por sobreuso es muy alto y tan sólo una cuestión de tiempo. Por lo tanto, debemos preparar previamente al Señor García para que sea capaz de asimilar la dosis de ejercicio que efectivamente le hará perder peso y reducir el impacto de sus factores de riesgo cardiovascular.

Objetivo específico prioritario: adaptación músculo-esquelética.

3ª pregunta: ¿Qué condicionantes personales, espaciales y temporales determinarán la selección de contenidos en el señor García para alcanzar esos objetivos específicos prioritarios?

Dentro de estos condicionantes personales, el nivel de capacidad del señor García es bajo ( $VO_2$  máx de 27 ml/kg/min), es un individuo sin antecedentes sólidos de práctica deportiva y sus objetivos respecto al tenis son algo ilusorios. Por otra parte, parece evidente que con el tiempo del que dispone el individuo necesitamos realizar también intervenciones sobre sus hábitos de utilización del tiempo de ocio y de transporte, pues con tres sesiones de una hora a la semana no podremos acumular una dosis de ejercicio suficiente.

En la Figura 18.3 reproducimos esquemáticamente cómo desarrollar estas tres acciones fundamentales en el diseño del programa de ejercicio.

El concepto fundamental que subyace a esta propuesta de la “Ley de las tres preguntas” es que, para poder asimilar cargas de entrenamiento con potencial de mejora específica sobre los objetivos del sujeto, antes debemos haber atendido a unos mínimos “condicionales” que le permitan adaptarse para poder asimilar esa carga y mejorar. En la mayor parte de la población hoy en día, este entrenamiento previo, que denominamos como “mesociclo de adaptación

músculo-esquelética”, va a ser una herramienta indispensable en el proceso de entrenamiento de cualquier individuo sedentario, pues si no se mueve regularmente, su sistema músculo-esquelético se encontrará en una situación precaria, y la aparición de lesiones por sobreuso al comenzar un programa de ejercicio será tan sólo una cuestión de tiempo (y poco). Además, en este mesociclo previo también será importante desarrollar un programa específico de aprendizaje de la técnica de ejecución de los ejercicios en los que se basará su posterior programa, pues también éste es un aspecto importante a tener en cuenta, tanto desde el punto de vista de la seguridad del participante como de la optimización de las adaptaciones producidas por el entrenamiento.

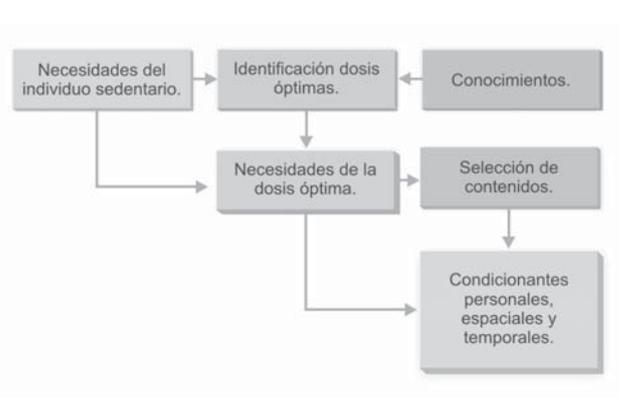
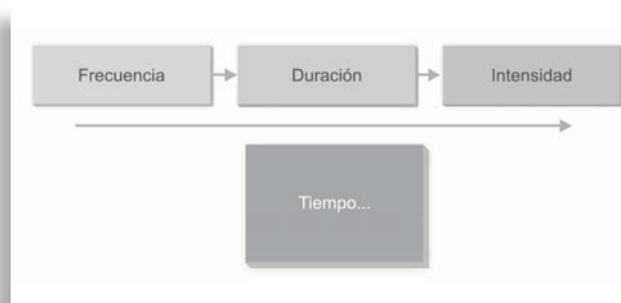


Figura 18.3. Esquema de actuación previa al diseño del programa de ejercicio.

### 6.3. Tercer paso: desarrollo del programa de ejercicio (mesociclo)

El desarrollo del mesociclo es la fase de “programación”, y consiste en convertir ese objetivo/necesidad en una serie de microciclos consecutivos que nos permitan definir una dosis concreta en cada sesión de entrenamiento, que produzca adaptaciones positivas en la capacidad del sujeto, y que por tanto, mejoren su estado de salud.

Para ello es muy importante establecer el sumatorio de las cargas dentro de la sesión y en cada microciclo, para así poder analizar si el volumen y la intensidad evolucionan de forma correcta a lo largo del programa de entrenamiento. Como norma general en principiantes/sedentarios (Figura 18.4), la progresión de la carga de entrenamiento debería realizarse siempre aumentando primero la frecuencia, a continuación la duración y finalmente la intensidad del ejercicio.



**Figura 18.4.** Progresión de la carga de entrenamiento en principiantes/sedentarios.

Ahora bien, lo cierto es que este proceso de programación de la carga de entrenamiento no es algo fácil. Como hemos señalado con anterioridad, el proceso de entrenamiento es un proceso de dependencia multifactorial, y por lo tanto sujeto a múltiples circunstancias y variables de influencia, que hacen que esta labor de programación sea más determinante para obtener resultados positivos. Pero el hecho de que no sea algo fácil de conseguir tampoco significa que sea difícil, lo que es cierto es que es un proceso *complicado* (muchas variables a considerar, una gran influencia ambiental, las propias capacidades y limitaciones del individuo, la disponibilidad de tiempo, etc.). Para poder obtener resultados positivos en una intervención con ejercicio físico debemos organizar bien la carga de entrenamiento a lo largo del tiempo, y este proceso, según nuestra experiencia, debe ser aprendido por el profesional principiante manejando correctamente primero la variable *volumen*, y no la variable intensidad (mucho más sensible a las variaciones del proceso).

- Es decir, para *aprender a entrenar correctamente a un principiante/sedentario* (no a un deportista de alto nivel), *debemos manejar bien inicialmente el volumen de entrenamiento*, en principio, partiendo de la variable “tiempo de entrenamiento”.

Esto no quiere decir que la intensidad no sea importante (que es el factor de mayor importancia y control para poder garantizar la *seguridad* del principiante/sedentario durante la práctica), sino que es más difícil de controlar en las etapas iniciales, y que por lo tanto nosotros debemos programar la dosis correcta de ejercicio en función del tiempo, aplicando en esta etapas las indicaciones de intensidad recogidas en los pronunciamientos internacionales, *position stands* del ACSM, etc.

De esta forma, recomendamos al profesional principiante (o a aquellos que comienzan su actividad pro-

fesional específicamente con población general) desarrollar una sencilla tabla de registro y control del total de tiempos asignados al entrenamiento de cada uno de los componentes de la aptitud física relacionada con la salud (resistencia, fuerza y resistencia muscular y flexibilidad) incluidos en el programa de entrenamiento de ese mesociclo. Esta tabla puede (y *debe*) incluir el *sumatorio de los tiempos por sesión y por microciclo*, relacionados con la intensidad asignada para cada contenido. Así, obtendremos una visión clara y precisa sobre lo que queremos que el individuo realice para alcanzar los objetivos de entrenamiento determinados inicialmente. Además, desde esta tabla podremos también obtener una representación gráfica de la evolución del volumen y de la intensidad del entrenamiento a lo largo del mesociclo, identificando si existen aumentos desproporcionados, o si por el contrario son insuficientes, en la dosis de ejercicio asignada a cada componente en cada momento.

Veamos a continuación un ejemplo de tabla de registro y control para tiempos e intensidades por sesión (Tabla 18.4), con espacio libre para que el individuo registre la dosis realizada, estableciendo el sumatorio por microciclo diseñado y realizado también.

Este sencillo sistema de planificación y programación permite confirmar si la asignación inicial de tiempos e intensidades por contenidos garantiza o no el cumplimiento de los objetivos específicos identificados basándose en la aplicación de la “Ley de las tres preguntas”.

A su vez, y partiendo de este soporte, podemos ver a continuación otro ejemplo de tabla de registro y control para tiempos e intensidades (Tabla 18.5), en este caso por microciclo, y del gráfico asociado a ésta (Figura 18.5), con espacio libre para que el individuo registre la dosis realizada, estableciendo el sumatorio por microciclo diseñado y realizado también.

#### *¿Y la progresión?*

Una vez que hemos diseñado nuestro mesociclo de intervención, con sus microciclos definidos en función del volumen (asignando las intensidades “lógicas”, es decir, las recomendadas en función de la actual evidencia científica en cada caso), la clave del éxito del programa de entrenamiento va a estar en la progresión correcta de la dosis a lo largo del tiempo. Es importante señalar que el ritmo de asimilación de la carga de entrenamiento es muy variable entre la población general sedentaria/no entrenada, y que además de la influencia de la variable edad y de la variable género, lo cierto es que cada individuo



deben utilizarse siempre en el contexto real definido en cada caso por las necesidades, objetivos y capacidades iniciales de cada individuo. En este sentido, la cantidad de tiempo asignada inicialmente y la intensidad del esfuerzo para el entrenamiento de los componentes cardiorrespiratorio y músculo-esquelético deben ser evaluadas y establecidas cuidadosamente en cada caso y en cada momento del proceso de entrenamiento. Lo importante es diseñar un programa de entrenamiento que le aporte al individuo la cantidad apropiada de ejercicio físico, para obtener el máximo beneficio con el mínimo de riesgo. Debemos, por lo tanto, poner especialmente énfasis en aquellos factores que puedan producir cambios permanentes en el estilo de vida del sujeto y fomentar así un estilo de vida físicamente activo (ACSM, 1998, 2006).

En cualquier caso, y como guía básica de intervención general con la población sedentaria, incluimos a continuación una tabla-resumen (Tabla 18.6) con los diferentes contenidos de entrenamiento para cada componente de la aptitud física relacionada con la salud, publicada por el ACSM en su última actualización del *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription* (7th edition, 2006).

A lo largo de este capítulo hemos identificado las recomendaciones básicas vigentes en la actualidad, hemos reflexionado sobre su papel y su importancia, y hemos planteado un modelo sencillo de intervención con ejercicio físico. Este modelo, que contempla la identificación inicial de necesidades, la asignación de la dosis individual y el modelo de programación del proceso de entrenamiento en población general (mesociclo), debe ser desarrollado de forma sistemática y rigurosa por los profesionales que desarrollen su actividad en el campo de la actividad física preventiva (y del ejercicio físico preventivo y terapéutico) en los próximos años. Este modelo sedentario de comportamiento del hombre del siglo XXI es más agresivo para su salud que ningún otro comportamiento conocido en nuestra historia, pero para poder avanzar en este sentido y promover un estilo de vida físicamente activo, necesitamos ser más sólidos en nuestros conocimientos y más capaces en nuestras habilidades específicas.

Si no “entrenamos” a la población general, no podremos ofrecerles todos los beneficios que el ejercicio físico tiene para su salud. No hay ninguna duda..., el balón está en nuestro tejado.

**Tabla 18.6.** Resumen de la programación general de ejercicio físico (adaptado del ACSM, 2006).

Componentes del programa de Entrenamiento	Frecuencia (sesiones/semana)	Intensidad	Duración	Actividad
Cardiorrespiratoria.	3-5 días/sem.	40%/50%-85%. FCRes o VO2Res. 55%/65%-90% FCmáx. 12-16 RPE.	20-60 min.	Actividad dinámica. Grandes grupos musculares.
Fuerza y resistencia muscular.	2-3 días/sem.	Fatiga voluntaria (19-20 RPE). Detenerse 2-3 reps. antes del umbral de fatiga voluntaria (16 RPE).	1 serie de 3-20 reps. (p. ej. 3-5, 8-10, 12-15).	8-10 ejercicios incluyendo los principales grupos musculares.
Flexibilidad.	Mínimo 2-3 días/sem. Ideal 5-7 días/sem.	Estirar hasta el punto máximo de amplitud de movimiento pero sin dolor.	15-30 segundos 2-4 series/estiramiento.	Estiramiento estático de los principales grupos musculares.

## **PARTE V**

---

# **LA ACTIVIDAD FÍSICA COMO FUENTE DE SALUD EN DIFERENTES ENFERMEDADES**



# Actividad física y enfermedades cardiovasculares

Alfonso Jiménez Gutiérrez

## OBJETIVOS

- Obtener una visión clara y actualizada del impacto positivo de la intervención con actividad física en las enfermedades cardiovasculares y en los factores de riesgo cardiovascular.
- Revisar el valor preventivo de la actividad física en la enfermedad cardiovascular.
- Establecer las dosis óptimas de ejercicio físico en los principales trastornos cardiovasculares (hipertensión y cardiopatía coronaria), a la vista del estado actual de conocimientos y de las diferentes guías de intervención clínica.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las enfermedades cardiovasculares suponen un problema de salud pública de primer orden. En todo el mundo, 16,7 millones de muertes se deben a estas enfermedades (Villar Álvarez, 2003). De hecho, y como ejemplo de sociedad avanzada en nuestra época, la enfermedad cardiovascular es el *asesino público número uno* en los Estados Unidos de Norteamérica, con más de 71 millones de individuos afectados por alguna forma de enfermedad cardiovascular (Thom *et al.*, 2006), y en donde muere una persona por esta causa cada 35 segundos (CDC, 2006).

Según informaciones recientes, presentadas en el último Congreso Mundial de Cardiología, celebrado en Barcelona (2006), el 42% de las muertes en Europa se deben a enfermedades cardiovasculares, y se espera que estas dolencias se conviertan en una epidemia “dentro de 15 a 20 años”, según aseguraron el presidente de la Sociedad Europea de Cardiología (ESC), Michal Tendera, y el presidente de la Federación Mundial del Corazón, Valentín Fuster. En total, 4,5 millones de europeos mueren por esta causa, y un tercio de estas muertes se producen en personas menores de 65 años.

El principal eje de la investigación actual se centra en la prevención y en el envejecimiento de la población como “principal factor de riesgo”, y los expertos

constatan que “uno de cada ocho hombres y una de cada 17 mujeres morirán antes de los 65 años” a causa de dolencias del corazón.

De hecho, el presidente de la Federación Mundial del Corazón, Valentín Fuster, ha augurado que las enfermedades cardiovasculares se convertirán en una “epidemia dentro de 15 y 20 años”. Actualmente, 17 millones de personas mueren en el mundo a causa de estas dolencias. Desgraciadamente, el 80% de estas muertes tienen lugar en países en vías de desarrollo y sólo un 20% en países desarrollados. Del mismo modo, el problema de la obesidad y la diabetes también es una epidemia en los países pobres.

En cuanto a los españoles, las expectativas parece que están empeorando. Así, según el presidente de la Sociedad Española de Cardiología (SEC), Luis Alonso Pulpón, “España es uno de los países que tienen una tasa más baja” en cuanto a enfermedades del corazón se refiere, pero “estos datos están cambiando para peor”. Desde 1987 hasta 1993, se ha registrado un incremento del 2,1% al año en cuanto al número de varones que mueren por esta causa, debido “a los hábitos de vida y la alimentación”. En España, sostiene, “cada vez hay más sedentarismo y no se sigue la dieta mediterránea por ser costosa, no sólo en cuanto al dinero, sino también en cuanto al tiempo de preparación”. Se calcula que en Europa una de cada cinco

personas no hacen ejercicio físico. Además, un 20% de los españoles son obesos, un 40% tienen sobrepeso y un 60% tiene unos hábitos de sedentarismo muy arraigados en su estilo de vida.

Ante esta alarmante situación, ¿juega la actividad física algún papel positivo en la prevención y/o tratamiento de estas enfermedades cardiovasculares? Lo cierto, como analizaremos extensamente en este capítulo, es que sí, y mucho.

De hecho, y como ya vimos en el capítulo de Recomendaciones generales de actividad física para la salud (Capítulo 14), en una breve síntesis de la reciente revisión publicada en el *Scandinavian Journal of Medicine & Sciences in Sports* por Pedersen y Saltin (2006), el efecto positivo del ejercicio físico es mayor cuanto más específico es el estímulo aplicado. En este trabajo Pedersen y Saltin identificaban las evidencias científicas disponibles en cada caso, clasificándolas, respecto al efecto *positivo* del ejercicio físico, en: patógenesis de la enfermedad (valor potencial preventivo del ejercicio físico); sintomatología específica asociada (valor efectivo en la reducción de los síntomas y su cronificación); aptitud física, cardiorrespiratoria o músculo-esquelética (valor efectivo de mejora de la capacidad física del paciente); y calidad de vida. De esta forma, los autores clasificaban el conocimiento y la experiencia disponible a día de hoy en cuatro niveles: A: fuerte evidencia; B: moderada evidencia; C: limitada evidencia; D: no evidencia.

Pues bien, encontramos que a día de hoy existe evidencia fuerte y suficiente (nivel A) sobre el efecto positivo del ejercicio en las siguientes enfermedades cardiovasculares crónicas:

- HTA.
- Cardiopatía coronaria.
- Insuficiencia cardíaca.
- Claudicación intermitente (EVP).

Mirando brevemente hacia nuestro pasado más reciente, Ikka Vuori, director del Instituto UKK de Tampere (Finlandia), y Peter Fentem, profesor en el Nottingham City Hospital Trust (Reino Unido), realizaron en 1995 un interesante informe de toma de postura por parte del Comité para el Desarrollo del Deporte del Consejo de Europa respecto a la relación de la *actividad física con la salud* (que fue publicado por el Consejo Superior de Deportes de nuestro país en 1996).

En este documento se recogía una síntesis de las principales investigaciones publicadas en el mundo hasta entonces, que recogían conclusiones válidas sobre el impacto de la actividad física en el bienestar

individual y en la salud pública, y sobre la cantidad necesaria de actividad física para que se manifestaran esos efectos beneficiosos.

Basándose en esa extensa revisión y actualización, los autores confirmaban, ya hace más de diez años, que:

“La actividad física es beneficiosa para todo el mundo, a todas las edades, desde la infancia a la vejez, para el individuo que goza de buena salud y para el aquejado por una enfermedad crónica o una minusvalía.”

“La aptitud física adecuada que se deriva de la práctica regular de una actividad física se traduce en la mejora de la forma, el reforzamiento de la autonomía funcional y la independencia psicológica, contribuyendo así a una mejor calidad de vida” (Vuori, Fentem, 1996).

En otro documento de similares características, *La Actividad Física para la mejora de la Salud. Guía Europea*, también desarrollado por el profesor Ikka Vuori, con la colaboración de Pekka Oja, Nick Cavill y Bart Coumans (1998), se recogían igualmente los principales efectos beneficiosos contrastados de la actividad física regular para la salud. En este caso, apoyándose en el reconocido *Physical Activity and Health. A Report of the Surgeon General (US)*, (1996). Según los autores de ambos documentos, en relación a los efectos sobre las enfermedades crónicas y los factores de riesgo biológicos, está demostrado que el ejercicio físico regular va acompañado por una disminución de la frecuencia de numerosas enfermedades corrientes que afectan el sistema muscular, el metabolismo y el sistema cardiovascular, en especial, la osteoartritis y las fracturas de origen osteoporótico, la diabetes mellitus tipo 2, la obesidad (con síndrome metabólico), la hipertensión arterial, las enfermedades coronarias, los accidentes cerebrovasculares y las enfermedades vasculares periféricas.

Se ha descubierto que diversas características, que suelen denominarse “factores de riesgo”, predisponen a la aparición de esas enfermedades. Es evidente que el ejercicio actúa sobre esos factores y reduce su incidencia (Vuori, Fentem, 1996).

Respecto a las formas eficaces de ejercicio, la prescripción de un régimen de actividad física adecuada debe precisar el tipo de ejercicio, su frecuencia, su duración y sus intensidades relativa y absoluta.

Los numerosos beneficios de la actividad física se derivan de un programa de ejercicios que responda a las siguientes características:

- deben poner en marcha grandes grupos musculares,
- superar el nivel habitual de actividad,
- y precisar un aumento importante del consumo de energía.

## 2. EFECTOS GENERALES DE LA ACTIVIDAD FÍSICA REGULAR SOBRE EL SISTEMA CARDIOVASCULAR

Como es evidente, la actividad física regular tiene una importante influencia en el consumo máximo de oxígeno. De hecho, tras tres semanas de reposo en cama un individuo sano puede experimentar una reducción del 25% en su  $VO_2$  máx. En un varón joven y físicamente activo su  $VO_2$  máx suele encontrarse en torno a los 12 MET, mientras que si se trata de un individuo entrenado, como por ejemplo un corredor de distancia, estos valores pueden llegar a alcanzar entre 18 y 24 MET (60 a 85 ml/kg/min) (Fletcher *et al.*, 2001).

Por lo tanto, establecer la importancia de la práctica regular de actividades físicas como elemento preventivo y/o terapéutico en el caso de las enfermedades cardiovasculares ha sido uno de los principales núcleos de interés de la comunidad científica desde la publicación de los primeros estudios<sup>1</sup>. De hecho, en el informe *Physical Activity and Health* (1996) se resumían los resultados de numerosos estudios de esta forma:

1. *La actividad física regular y la aptitud cardiorespiratoria reducen el riesgo de mortalidad por enfermedad cardiovascular en general y por cardiopatía coronaria en particular.*
2. *El nivel de reducción del riesgo de cardiopatía coronaria atribuible a la actividad física regular es similar al de otros factores relacionados con el estilo de vida, como la abstención del tabaquismo.*

3. *La actividad física regular previene o retrasa el desarrollo de la hipertensión arterial y mejora la situación de las personas que ya la padecen.*

La función beneficiosa del ejercicio en la reeducación y la prevención secundaria de las enfermedades coronarias es bien conocida. La actividad física mejora y mantiene el nivel de aptitud física y la capacidad funcional, disminuye la mortalidad y la morbilidad, contribuye a reducir los factores de riesgo coronario y mejora el humor y el bienestar (Leon, 1990).

En este sentido, se han formulado varias recomendaciones sobre la actividad física encaminada a la prevención de enfermedades cardiovasculares. Se ha tendido a hacer un mayor hincapié en la cantidad total, la elevada frecuencia y la moderada intensidad de la actividad. Comparada con la imposición de una intensidad elevada, esta recomendación puede ofrecer una alternativa más motivadora, viable y segura para la mayoría de los adultos (Vuori *et al.*, 1998).

Estos principios figuran en las recomendaciones del CDC (US Centers for Disease Control and Prevention), del ACSM (American College Sports Medicine) y del PCSPF (President's Council on Sports and Physical Aptitud) (1993).

## 3. UNA BREVE MIRADA A NUESTRO PASADO MÁS RECIENTE... LA ACTIVIDAD FÍSICA TIENE UN PAPEL FUNDAMENTAL EN LA PREVENCIÓN DE LA ENFERMEDAD CARDIOVASCULAR

Citando al doctor Tomás (1996), el primer estudio realizado en un colectivo (en este caso laboral) con el fin de establecer la relación entre el nivel de actividad física que requería el trabajo y la mortalidad por enfermedad coronaria fue publicado en 1953 por el profesor Morris, que analizó a 110.000 empleados de los servicios de correos y de la compañía de autobuses de Londres. Así, identificaron y compararon la incidencia y la mortalidad coronaria, por un lado, en los grupos de los carteros a pie con aquellos que trabajan en las oficinas, y por otro, en los cobradores de autobús frente a los conductores. Los resultados demostraron que existían diferencias significativas en la morbilidad y en la mor-

<sup>1</sup> Desde principios de los años cuarenta, en donde los cardiólogos de Boston Samuel A. Levine, Paul Dudley White y Howard B. Sprague comenzaron a prescribir la deambulación temprana, han sido muchos los investigadores que han analizado el papel protector de la actividad física para el corazón (Shapiro, *et al.*, 1965; Frank *et al.*, 1966; Cassel, *et al.*, 1971; Montoye, *et al.*, 1976; Morris, *et al.*, 1967; Taylor, *et al.*, 1978; Paffenbarger, *et al.*, 1978, 1983, 1984, 1986, 1990; Blair, *et al.*, 1985; Sallis, *et al.*, 1985; etc.).

talidad por cardiopatía coronaria entre los grupos. Los más activos tenían menos enfermedad<sup>2</sup>.

A partir de este trabajo, se realizaron muchos otros, aprovechando la oportunidad que daba el hecho de poder seguir con facilidad a colectivos laborales. De esta forma, se publicaron a finales de la década de los cincuenta dos estudios más en esta línea, el de los funcionarios de Los Ángeles (Chapman *et al.*, 1957) y el de los empleados de la empresa telefónica Bell Company (Mortensen *et al.*, 1959). Les siguieron los estudios de los funcionarios de Chicago (Stamler *et al.*, 1960), de los trabajadores de los ferrocarriles de EEUU (Taylor *et al.*, 1962) y de los empleados de correos de Washington (Kahn, 1963), todos ellos citados por Tomás en una interesante revisión incluida en el texto del doctor Serra (1996), que recomendando al lector/a interesado/a.

De los resultados de estos estudios iniciales en cohortes laborales cabe destacar que los riesgos relativos para enfermedad coronaria eran más significativos cuando se comparaban grupos con trabajos duros respecto a sedentarios que cuando la comparación se realizaba entre grupos de trabajo duro y trabajo ligero-moderado. Este hecho indica claramente que existe una relación inversa entre el nivel de ejercicio físico y la enfermedad (Tomás, 1996).

Durante las décadas siguientes los estudios en esta línea se multiplicaron, tanto en cantidad como en calidad, con la intención de demostrar, sin lugar a dudas, que la actividad física proveía de un factor protector a todos aquellos sujetos que la practicaran regularmente con un nivel de intensidad suficiente, y que por tanto era necesario conocer y registrar ese nivel de práctica.

Entre estos trabajos destacaríamos los del profesor Samuel Shapiro y sus colaboradores (Shapiro *et al.*, 1965; Frank *et al.*, 1966), con su cuestionario autoadministrado entre los miembros del Plan de Seguros de Salud de Greater New York (HIP).

Este cuestionario HIP fue también utilizado en otro proyecto posterior, el Estudio de Evans County

(Cassel *et al.*, 1971), en donde se realizó un seguimiento durante siete años a la población de una comunidad.

Cinco años más tarde, y como parte del Estudio de la Salud de la Comunidad de Tecumseh, el profesor Henry J. Montoye y sus colaboradores (Reiff *et al.*, 1967; Montoye *et al.*, 1976) decidieron desarrollar un instrumento que pudiera ser utilizado para clasificar de forma objetiva a hombres de una comunidad entera dentro de varias categorías, reflejando las demandas metabólicas de sus ocupaciones y actividades de ocio.

Otro estudio previo importante, realizado con funcionarios británicos, fue dado a conocer en 1967 (Yasin *et al.*, 1967). En este estudio, además de introducir sus datos de actividad física referidos a los dos días anteriores, se solicitó a los participantes que valoraran sus esfuerzos en una escala de 4 puntos. Se obtuvieron resultados altamente reproducibles.

Por otra parte, los resultados de una extensa investigación, sobre la etiología de enfermedades coronarias, congestión cerebral y aneurisma aórtico, fue publicado por la Sociedad Americana del Cáncer en 1969 (Hammond y Garfinkel, 1969). Este estudio involucró a más de un millón de hombres y mujeres, que fueron seguidos durante seis años.

En el caso del conocido estudio *Frammingham Heart Study* (Kannel, Sorlie, 1979), un grupo de médicos entrevistaron a los sujetos participantes en el mismo para conocer su historia habitual de actividad física dentro y fuera del trabajo. Tras realizar un ajuste de otras características predictivas, el nivel de actividad física en hombres, medido en una escala basada en el gasto diario producido por actividades que demandaban distintas intensidades, estaba inversamente relacionado con la morbilidad y la mortalidad total.

Otro estudio en esta línea es el *Puerto Rico Heart Health Study*, realizado por García-Palmieri y sus colaboradores (1982), y que obtuvo similares resultados.

Unos años más tarde, en otro importante estudio, el *Honolulu Heart Study*, fue utilizado un cuestionario similar para analizar la incidencia de la enfermedad cardiovascular en estas islas (Donahue *et al.*, 1988). Los hallazgos de estos dos últimos estudios están de acuerdo con los obtenidos en el estudio Frammingham del corazón.

En cuanto a la valoración de la actividad física, destacan los trabajos de uno de los principales autores en este ámbito concreto, el profesor Paffenbarger,

<sup>2</sup> Un defecto metodológico importante, que según Tomás (1996) en aquella época era explicable por el poco desarrollo de estos estudios, fue la falta de ajuste de otras variables que podían interferir en los resultados. Al parecer, Morris se dio cuenta de este detalle cuando observó que los uniformes de los carteros oficinistas y de los conductores de autobús eran de tallas muy superiores a los de sus compañeros más activos. La evidencia que se manifestó fue que los sedentarios eran más corpulentos y pesaban más (el sobrepeso podía ser una variable que alterara el efecto del ejercicio físico sobre la enfermedad coronaria).

que se basó en una serie de cuestionarios individuales para realizar los primeros estudios pioneros (desde 1962) con alumnos universitarios de los EEUU. En concreto, él y sus colaboradores, analizaron a 16.936 alumnos de Harvard durante dieciséis años. Los datos obtenidos sobre sus hábitos de andar, subir escaleras y práctica de deportes de ocio fueron utilizados para desarrollar un índice de gasto calórico por actividad física, expresado en kilocalorías por semana. En numerosos análisis este índice ha establecido valores inversamente proporcionales a enfermedades cardiovasculares y otras causas de mortalidad, y directamente al aumento de la longevidad (Paffenbarger *et al.*, 1966, 1978, 1983, 1984, 1986, 1990).

Por su parte, en 1978, el profesor Henry L. Taylor (Taylor *et al.*, 1978) describió los resultados de otro cuestionario de actividad física durante el tiempo de ocio, en concreto en Minnesota, utilizado para testar la hipótesis de que el ejercicio suficiente para producir un efecto acondicionador en el sistema cardiovascular podría proteger contra enfermedades cardiovasculares del corazón. A los sujetos se les pidió que seleccionaran de una lista de diferentes actividades físicas todas en las que habían estado involucrados en los últimos doce meses.

Un antecedente de este cuestionario de actividad física de tiempo libre fue utilizado para estudiar la relación entre la actividad física y la mortalidad derivada de la enfermedad coronaria, y de todas las demás causas, entre hombres de raza blanca trabajadores de los ferrocarriles americanos (Slattery *et al.*, 1989).

En 1979 el profesor Magnus y sus colaboradores (Magnus *et al.*, 1979) desarrollaron otro cuestionario, y estudiaron (por temporadas y a largo plazo), los hábitos de andar, montar en bicicleta y realizar labores de jardinería en relación a la manifestación de enfermedades coronarias en Holanda. Sus hallazgos, utilizando como sistema de evaluación las entrevistas personales, apuntaban hacia los beneficios derivados de hábitos de actividad física regular al menos nueve meses al año, más que de esfuerzos intensos, o de actividades realizadas durante poco tiempo. Al parecer, los beneficios de la actividad física regular aumentaban apreciablemente en los diez años siguientes.

También por medio de cuestionarios se estudió la relación entre la actividad física y el riesgo de infarto de miocardio, enfermedad cerebrovascular y mortalidad de cualquier causa, en una población aleatoria del este de Finlandia, utilizando un modelo autoadministrado (Salonen *et al.*, 1982). El estudio fue seguido aproximadamente durante siete años.

Por otra parte, el estudio de la actividad física valorada a través de cuestionarios, ha sido validado en estudios como el realizado en un grupo de hombres en Suecia unos años antes (Wilhelmsen *et al.*, 1976). En este caso, los valores de consumo máximo de oxígeno eran mayores en aquellos sujetos que realizaban un nivel alto de actividad física tanto en su trabajo como en el tiempo libre.

Por su parte, Bouchard y sus colaboradores, en un estudio realizado en 1983, utilizaron un cuestionario de recuerdo de la actividad de tres días para estimar la cantidad y tipo de energía gastada diariamente.

En el también conocido *Stanford Five-City Project*, los investigadores trabajaron para desarrollar un método de valoración de la actividad física del trabajo y del tiempo libre que fuera utilizable en estudios de salud comunitaria (Blair *et al.*, 1985; Sallis *et al.*, 1985).

#### 4. ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA EN LOS FACTORES DE RIESGO

---

Aunque, como acabamos de señalar anteriormente, está bien documentado que el ejercicio físico es un mecanismo de protección y prevención frente a estas enfermedades, algunos sujetos presentan una serie de factores que convierten a este ejercicio en un elemento particularmente estresante y peligroso, pues supone un incremento sustancial en la demanda de oxígeno y energía, que altera el funcionamiento normal del sistema cardiovascular, respiratorio y metabólico (Olds, Norton, 1999).

La investigación epidemiológica sugiere que el riesgo potencial de una persona para desarrollar una enfermedad cardiovascular está asociado con la presencia de esos determinados “factores de riesgo” positivos. A mayor número y severidad de estos factores, mayor probabilidad de sufrir un accidente cardiovascular durante la práctica de ejercicio (Kannel, Gordon, 1974).

Un factor de riesgo positivo puede ser definido como un aspecto del comportamiento habitual o del estilo de vida, una exposición a un ambiente, o una determinada característica, que basándose en la actual evidencia epidemiológica, se asocia con una condición de salud que debe prevenirse y/o evitarse por el riesgo que implica para la supervivencia del sujeto (Last, 1988).

Existen ocho factores de riesgo considerados como positivos (esto es, que suman riesgos para la salud del sujeto), y que son: la edad, los antecedentes familiares (en primer grado de consanguinidad), el consumo de tabaco, la hipertensión, la glucosa elevada, el sedentarismo y la hipercolesterolemia. Estos factores han sido definidos como *factores de riesgo de las arterias coronarias*, según los siguientes criterios (ACSM, 1993, 2000, 2006):

*Factores positivos (suman riesgo):*

1. Edad: hombres >45 años; mujeres >55 años.
2. Historia familiar: infarto de miocardio, muerte prematura antes de los 55 años en un padre, y en una madre antes de los 65 años.
3. Tabaco: fumador actual o aquellos que lo han dejado durante los seis meses previos al análisis.
4. Hipertensión: presión sistólica  $\geq 140$  mmHg; Presión diastólica  $\geq 90$  mmHg; medicación para las mismas.
5. Glucosa elevada:  $\geq 110$  mg/dl (6,1 mmol/l) en dos mediciones separadas.
6. Sedentarismo: personas que no cumplen las recomendaciones vigentes (mínimo de 30 minutos de actividad física moderada, realizada a diario o la mayoría de los días de la semana; ACSM, 2000).
7. Hipercolesterolemia: colesterol total  $> 200$  mg/dl (5,2 mmol/l) o HDL  $< 35$  mg/dl (0,9 mmol/l). Valor de LDL  $> 130$  mg/dl (3,4 mmol/l), en lugar del valor del colesterol total.
8. Obesidad: IMC  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup> (peso/h<sup>2</sup>), o perímetro de cintura superior a 100 cm.

*Factores negativos (restan riesgo):*

La presencia de un factor de riesgo negativo supone una influencia favorable que puede contribuir a desarrollar un efecto protector saludable frente a los demás factores positivos. Las lipoproteínas de alta densidad (HDL) parecen funcionar como un factor protector en nuestro organismo, al eliminar de la pared arterial las placas de ateroma.

- Se considera al HDL un factor de riesgo negativo cuando su valor es igual o superior a 60 mg/dl (1,6 mmol/l).

Este HDL se puede aumentar con la actividad física (mejoras del fitness cardiorrespiratorio por adaptación al entrenamiento). De hecho, existe suficiente evidencia científica sobre los efectos del ejercicio de resistencia de moderada intensidad en el perfil de lípidos (incremento de la fracción HDL, reducción del colesterol total, LDL y los triglicéridos), con resul-

tados positivos similares en sujetos sanos y con hipercolesterolemia. Además, se han registrado cambios transitorios tras una única sesión en varones sedentarios con valores de lípidos normales y elevados (Boraíta, 2004). Al parecer, el umbral de eficacia se alcanza con 15 km de carrera o marcha rápida, o con ejercicios que ocasionen un gasto de energía de unas 1.000 kcal/semana. A este régimen la tasa de HDL aumenta entre un 5% y un 15% en hombres, aunque mucho menos en las mujeres (ACSM, 2006). El descenso de un 1% de la tasa de LDL representa una disminución del 2% del riesgo de enfermedades coronarias, mientras que un aumento del 1% del colesterol HDL hace disminuir ese riesgo entre el 3-5%. A pesar de estos datos alentadores, según Boraíta (2004), en una revisión publicada en la *Revista Española de Cardiología*, apenas hay estudios que demuestren el comportamiento de los valores de los lípidos a lo largo de un programa de entrenamiento. Si está claro que a mayor frecuencia de entrenamiento, mayor efecto de aumento del HDL y reducción del LDL y del colesterol total, y ya que el efecto se mantiene hasta 48 h (Crouse *et al.*, 1997; Grandjean *et al.*, 2000), se recomienda al menos una sesión cada dos días.

## 5. VALOR PREVENTIVO DE LA ACTIVIDAD FÍSICA REGULAR

Existe hoy en día un acuerdo general entre las autoridades de salud pública y medicina de que un nivel de actividad física reducido en el ámbito laboral y durante el tiempo de ocio, que se asocia normalmente al actual estilo de vida sedentario, incrementa el riesgo de eventos cardiovasculares y la mortalidad por todas las causas (Fletcher *et al.*, 2001). Informes realizados en Estados Unidos durante la década pasada identificaban que en torno al 80% de la población realizaba una actividad física insuficiente como para obtener beneficios de salud (Pate *et al.*, 1995; US-CDC, 1996). De hecho, la Asociación Americana del Corazón (AHA, Fletcher *et al.*, 1996), el Colegio Americano del Corazón (AHC, 1996), el CDC (1996), el ACSM (Pate, 1995) y el National Institute of Health (Leon, 1997), han declarado al estilo de vida sedentario como el mayor y más importante factor de riesgo cardiovascular modificable.

Más de 40 estudios epidemiológicos y observacionales han aportado información primaria, básica y suficiente sobre la relación inversa existente entre el nivel de actividad física y el riesgo de enfermedad

cardiovascular. Existen más de cien publicaciones científicas derivadas de estos estudios, de las cuales cerca del 75% reconocen una relación inversa clara entre el nivel de actividad física y/o el nivel de aptitud física y el riesgo de un primer infarto agudo de miocardio, sea o no fatal para el individuo (Leon, 1997; Lee, Paffenbarger, 1997; Paffenbarger, Lee, 1996). Por otra parte, varios metaanálisis (revisiones sistemáticas) revelan que los participantes de estos estudios que eran sedentarios generalmente presentaban el doble de incidencia de muerte derivada de una enfermedad cardiovascular comparados con aquellos individuos físicamente activos (Berlin, Colditz, 1990; Powell *et al.*, 1987). Estudios longitudinales, que evaluaban la capacidad cardiorrespiratoria mediante pruebas de ejercicio físico, han demostrado también resultados inequívocos respecto a la relación entre el nivel de aptitud física y el riesgo de enfermedad cardiovascular, tanto en hombres como en mujeres. Así, los sujetos menos en forma demostraron un nivel de riesgo cinco veces superior a los individuos más en forma, independientemente de su género (Farrell *et al.*, 1998).

De acuerdo a todos estos trabajos y sus resultados, los expertos han alcanzado un consenso fundamental que reconoce que para reducir significativamente el nivel de riesgo de un evento cardiovascular, son necesarios al menos 30 minutos de actividad física de moderada intensidad (continuos o realizados en bloques de 10 minutos), todos o casi todos los días de la semana (Pate *et al.*, 1995; NIH, 1996). Esto equivale a realizar una media de 1,5 millas de paseo activo al día, lo que implica un consumo calórico de unas 150 kcal al día para una persona de complejidad media.

Por último, estudios experimentales y epidemiológicos han identificado también los múltiples mecanismos biológicos que ayudan a explicar los aparentes efectos positivos de la actividad física y de la aptitud física cardiorrespiratoria contra las enfermedades cardiovasculares. Estos mecanismos han sido revisados en varias revisiones rigurosas (Leon, 1991, 1997; Leon, Richardson, 1997), y pueden ser agrupados en: efectos antiaterogénicos, efectos antitrombóticos, alteraciones de las funciones del endotelio, cambios en la función autonómica, efectos antiisquémicos, efectos antiarrítmicos.

## 6. ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA EN LA FISIOPATOLOGÍA CARDIOVASCULAR CRÓNICA Y AGUDA

---

Hablar del papel de la actividad física regular sobre la fisiopatología cardiovascular crónica y aguda nos daría para un texto monográfico, y no es este el objetivo ni la orientación de la obra que el lector tiene en sus manos. Así, en este apartado vamos a tratar de identificar concretamente cómo debe realizarse la intervención con actividad física regular y con ejercicio físico (crónico, sistemático, planificado y programado) en las principales enfermedades cardiovasculares relacionadas con ese estilo de vida sedentario tan agresivo para nuestra salud. De hecho, y concretamente, nos centraremos en la hipertensión, el abundante y constantemente creciente “asesino silencioso” del hombre de las sociedades avanzadas, y en la cardiopatía coronaria más común (angina de pecho e infarto agudo de miocardio).

En cualquier caso, recomiendo al lector interesado en este ámbito un nuevo texto monográfico (Casas, 2006) recién publicado en castellano sobre este ámbito concreto de la intervención con ejercicio. La edición ha sido realizada por la Universidad Católica de La Plata en Argentina.

## 7. HIPERTENSIÓN

---

Como plantea el ACSM en su último *position stand* dedicado a la hipertensión (2004), desde la década de los 70, se han producido importantes avances tecnológicos y farmacológicos en el tratamiento y control de las enfermedades cardiovasculares y en sus factores de riesgo asociados. Ahora bien, a día de hoy la hipertensión continúa siendo uno de los principales problemas de salud pública en Estados Unidos y Europa. En EEUU los hipertensos alcanzan los 58,4 millones de adultos, el 28,7% (AHA, 2003). La prevalencia de la hipertensión aumenta con la edad, es mayor en los varones y en los individuos de raza negra (Aci *et al.*, 1995). Por otra parte, es el factor que más contribuye al desarrollo de más de un millón de episodios de cardiopatía coronaria y de 500.000 muertes al año por ataque al corazón en EEUU (AHA, 2002). La relación positiva entre el riesgo de enfermedad cardiovascular y la tensión arterial ocurre con unos valores tan bajos como 115/75 mmHg, y se duplica por cada 20/10

mmHg de incremento; de hecho, una persona de 55 años con valores normales de TA tiene un 90% de riesgo de desarrollar hipertensión a lo largo de su vida (Vasan *et al.*, 2002). Además, la asociación entre obesidad e hipertensión está bien establecida. El famoso *Framingham Heart Study* sugiere que aproximadamente entre el 75% y el 65% de los casos de hipertensión, en hombres y mujeres respectivamente, son directamente atribuibles al sobrepeso y a la obesidad (Garrison *et al.*, 1987).

Los potenciales costes y dificultades asociadas a la modificación del estilo de vida de los individuos son mínimos, y cualquiera de las acciones incluidas en esa modificación tiene además efectos positivos en otros factores de riesgo cardiovascular. Por esta razón, el *Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure* (1997, 2003), la OMS (2003), la Sociedad Europea para la Hipertensión (2003), y el *National High Blood Pressure Education Program* (Whelton, *et al.*, 2002) han recomendado una aproximación al tratamiento de la hipertensión en la que se incluya de forma activa la práctica regular de actividad física.

Veamos a continuación, en la Tabla 19.1, la clasificación de la hipertensión de la OMS (2003):

**Tabla 19.1.** Clasificación de los valores de Tensión Arterial OMS (2003) (incluida en el *position stand* del ACSM, 2004).

Categoría	Tensión arterial sistólica (mmHg)	Tensión arterial diastólica (mmHg)
Óptima.	<120	<80
Normal.	120-129	80-84
Normal alta.	130-139	85-89
HTA 1.	140-159	90-99
HTA 2.	160-179	100-109
HTA 3.	> 6 = 180	> 6 = 110

(HTA: hipertensión arterial)

Para el profesional de la actividad física, que desarrolle su actividad con la población general, es muy importante conocer estos valores y sus implicaciones desde el punto de vista del diseño y desarrollo del programa de ejercicio. Pues bien, como el número de individuos hipertensos es muy elevado, y en la mayor parte de los casos el sujeto desconoce su enfermedad, el ACSM (1999, 2000) reconoce y recomienda que para trabajar con seguridad durante la valoración del ejercicio y su participación en él, y permitir de esta forma el desarrollo de una prescripción del ejercicio

segura y efectiva, es necesario realizar una identificación y selección inicial de los sujetos atendiendo a los factores de salud, ya que puede haber personas que estén aparentemente sanas o, por el contrario, que padezcan alguna enfermedad crónica (como en este caso, la hipertensión). Así, al modelo de estratificación inicial del riesgo cardiovascular que han podido analizar en el capítulo correspondiente de este texto, si el individuo es hipertenso, deberían incluir un paso más para poder reclasificarle en función de su nivel de HTA.

En la Tabla 19.2, incluida a continuación, podemos ver cómo se clasifica a los sujetos en función de su nivel de tensión arterial y del número de factores de riesgo que presentan.

**Tabla 19.2.** Estratificación inicial del riesgo cardiovascular en función del nivel de HTA y del número de factores de riesgo cardiovascular (adaptado de Calvo, 2000).

FR y lesión en órganos diana	HTA 1	HTA 2	HTA 3
No FR.	Riesgo bajo.	Riesgo medio.	Riesgo alto.
1-2 FR	Riesgo medio.	Riesgo medio.	Riesgo muy alto.
3 ó + FR LOD o DM.	Riesgo alto.	Riesgo alto.	Riesgo muy alto.
Enfermedad cardiovascular clínica.	Riesgo muy alto.	Riesgo muy alto.	Riesgo muy alto.

\*\* LOD/ECC: lesión en órgano diana/enfermedad cardiovascular clínica

Del mismo modo, el *Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure* desarrolló en 1997 una serie de recomendaciones para la prevención y el tratamiento de la hipertensión que se incluyen en el *position stand* del ACSM (2004), y que son la base para la intervención sistemática con ejercicio. Estas recomendaciones aparecen recogidas en la Tabla 19.3, incluida a continuación.

En cualquier caso, recientes metaanálisis (Whelton *et al.*, 2002; Fagard, 2001), realizados sobre un total de 54 estudios clínicos randomizados, con un total de 2.600 sujetos, indican que el ejercicio aeróbico produce reducciones significativas en los valores de tensión arterial de 3 a 4 mmHg en la sistólica y de 2 a 3 mmHg en la diastólica. No obstante, estas reducciones parecen ser superiores en individuos hipertensos (7,4 y 5,8 mmHg, para la sistólica y la diastólica respectivamente). Respecto a los protocolos

**Tabla 19.3.** Recomendaciones para la prevención y el tratamiento de la hipertensión (adaptado del JNC VI Guide to Prevention & Treatment of Hypertension Recommendations, 1997).

Nivel de tensión arterial (sistólica/diastólica en mmhg)	Grupo riesgo A sin FRC importantes* sin LOD/ECC**	Grupo riesgo B al menos un FRC (no diabetes) sin LOD/ECC	Grupo riesgo C LOD/ECC y/o diabetes, con o sin otros FRC
Normal alta (130-139/85-89).	Modificación estilo de vida.	Modificación estilo de vida.	Terapia farmacológica en aquellos casos de fallo cardíaco, insuficiencia renal o diabetes. Modificación estilo de vida.
HTA 1 (140-159/90-99).	Modificación estilo de vida (más de 12 meses).	Modificación estilo de vida (más de 6 meses). Para pacientes con múltiples factores de riesgo, el médico debe considerar los fármacos como terapia inicial complementaria a la modificación estilo de vida.	Terapia farmacológica. Modificación estilo de vida.
HTA 2 y 3 (> o = 160/> o = 100).	Terapia farmacológica. Modificación estilo de vida.	Terapia farmacológica. Modificación estilo de vida.	Terapia farmacológica. Modificación estilo de vida.

\*FCR: factores de riesgo cardiovascular (fumador, dislipemia, diabetes mellitus, edad superior a 60 años, varón, mujer postmenopáusica, antecedentes familiares).

\*\* LOD/ECC: lesión en órgano diana/enfermedad cardiovascular clínica. LOD/ECC incluyen enfermedades cardíacas (p. ej.: hipertrofia ventricular izquierda, angina de pecho, IAM previo, fallo cardíaco, *bypass* arterial coronario previo), neuropatía, EVP, retinopatía hipertensiva, embolia.

de entrenamiento, parece que la intensidad no supone una diferencia significativa en el efecto positivo obtenido (similares resultados con intensidades del 40% y del 70% del VO<sub>2</sub> máx). En cuanto a la frecuencia y la duración del ejercicio, los resultados entre entrenar tres o cinco días a la semana, y hacerlo 30 o 60 minutos, tampoco presentan diferencias significativas (Whelton *et al.*, 2002).

En la Tabla 19.4 podemos identificar con claridad en qué consisten concretamente las acciones incluidas dentro de la modificación del estilo de vida, y como podemos observar, la actividad física, aun siendo importante, no es la única de las acciones con resultados positivos que el paciente hipertenso puede y debe acometer.

En cuanto al tratamiento farmacológico, existen distintos tipos de fármacos utilizados para mejorar la respuesta hipertensiva del paciente hipertenso, bien por reducción del gasto cardíaco y/o por reducción de las resistencias periféricas. Así, y partiendo de un breve resumen realizado por la doctora Heyward (1996, 2000), y de las indicaciones incluidas por el ACSM (2006), los principales tipos de fármacos (y sus efectos básicos a la hora de realizar ejercicio) suelen ser los siguientes:

a) **Diuréticos:** liberan al cuerpo de su exceso de sal y líquidos, reduciendo el volumen circulante y por lo tanto la tensión arterial. El riesgo más

importante en este caso es la deshidratación durante la práctica y el golpe de calor. Debemos estimular al paciente a que realice un adecuado y constante aporte de líquidos antes, durante y después de la sesión de entrenamiento. Además, este tipo de fármacos puede provocar una reducción significativa del K<sup>+</sup>, lo que eleva el riesgo de disrritmias cardíacas.

b) **Bloqueadores beta:** reducen la FC y el volumen sistólico, y pueden reducir la capacidad de esfuerzo de los individuos. En este caso, por tanto, la FC no es un indicador válido de control de la intensidad del ejercicio, y es necesario utilizar la *escala de esfuerzo percibido* de Borg (RPE). Es muy importante tener presente, desde el punto de vista de la programación del entrenamiento, que los individuos tratados con este fármaco van a necesitar más tiempo para aprender a controlar la intensidad en función de su RPE. De hecho, para garantizar su seguridad, la dosis inicial del ejercicio supondrá trabajar con intensidades menores que en otros pacientes hipertensos tratados con otro fármaco, y por lo tanto el tiempo en alcanzar resultados positivos será mayor.

c) **Vasodilatadores, bloqueadores alfa-1 y alfa-2, bloqueadores del canal del calcio:** producen una reducción significativa de la resistencia

**Tabla 19.4.** Modificaciones en el estilo de vida para el tratamiento de la hipertensión (adaptado del JNC 7th Report, 2003, publicado por el ACSM, 2006).

Modificación	Recomendación	Reducción aproximada en los valores de TA
Reducción de peso.	Mantener peso corporal normal (IMC entre 18,5 y 24,9 kg/m <sup>2</sup> ).	5-20 mmHg por cada 10 kg de pérdida de peso (THPCRG**, 1997; He <i>et al.</i> , 2000).
Adoptar dieta DASH*.	Consumir una dieta rica en frutas, verduras, y consumir diariamente productos bajos en grasas saturadas.	8-14 mmHg (Sacks <i>et al.</i> , 2001; Vollmer <i>et al.</i> , 2001).
Restricción sodio en la dieta.	Reducir el consumo de sodio en la dieta a no más de 100 mmol al día (2,4 g de sodio o 6 g de cloruro sódico).	2-8 mmHg (Sacks <i>et al.</i> , 2001; Vollmer <i>et al.</i> , 2001; Chobanian <i>et al.</i> , 2000).
Actividad física.	Desarrollar una actividad física aeróbica regular, como la marcha (al menos 30 minutos al día, la mayoría de los días de la semana).	4-9 mmHg (Whelton <i>et al.</i> , 2002; Kelly, 2000).
Moderación en el consumo de alcohol.	Limitar el consumo de alcohol a no más de 2 bebidas (1 oz o 30ml de etanol; p.ej. 24 oz de cerveza, 10 oz de vino, o 3,80 oz de whiskey) al día en la mayoría de los varones, y no más de 1 bebida en las mujeres y en las personas de poco peso.	2-4 mmHg (Xin <i>et al.</i> , 2001).

\*Dieta DASH (*Dietary Approach to Stop Hypertension*).\*\*THPCRG: *The Trials of Hypertension Prevention Collaborative Research Group*.

periférica, y con ésta una reducción de los valores de tensión arterial. El riesgo de este tipo de fármacos se manifiesta especialmente al finalizar el esfuerzo, pues pueden provocar hipotensión. En este caso es muy importante ampliar el tiempo reservado a la vuelta a la calma, y tener este factor muy presente a la hora de diseñar correctamente la estructura temporal de las sesiones de entrenamiento (pues si el individuo necesita más recuperación tras el esfuerzo aeróbico, y el tiempo es el mismo que el de otro hipertenso medicado con otro fármaco, éste último mejorará más y antes, puesto que acumulará mayor volumen de entrenamiento por sesión).

Este aspecto concreto del entrenamiento del hipertenso (la interacción de los fármacos con los que esté siendo tratado el paciente) es fundamental para garantizar su seguridad en la práctica, así como para estructurar correctamente la planificación y programación de la intervención con ejercicio. Por ello, recomendamos encarecidamente al profesional interesado en este ámbito concreto del ejercicio terapéutico la disponibilidad en el espacio de actividad (para facilitar su consulta inmediata) de un ejemplar del *ACSM's Guidelines for Exercise Testing & Prescription 7th Edition (2006)*, en cuyo apéndice A se incluye una guía con todos los fármacos que se utilizan más habitualmente, con referencia especial a sus efectos concretos sobre la FC, la tensión arterial, el ECG y la capacidad de ejercicio.

Pero realmente, ¿qué efectos tiene el ejercicio físico sobre los niveles de tensión arterial? En el *position stand* del ACSM (2004), una extraordinaria herra-

mienta de consulta de obligada lectura y análisis para el profesional de la actividad física interesado por este ámbito, se recogen todas las evidencias disponibles al respecto, clasificadas en función de la categoría de evidencia<sup>3</sup> disponible hoy en día. Así:

- Desde el punto de vista de la prevención, altos niveles de actividad física y de aptitud física están asociados con una incidencia reducida de hipertensión en varones de raza blanca (evidencia de categoría C).
- Desde el punto de vista del tratamiento del paciente hipertenso, el entrenamiento dinámico aeróbico reduce los valores de tensión arterial de reposo en sujetos sanos e hipertensos (evidencia de categoría A). La reducción de la tensión arterial parece ser más pronunciada en los hipertensos que en los sujetos sanos (evidencia de categoría B). Las diferencias en las respuestas al entrenamiento obtenidas en diferentes estudios pueden ser atribuidas a las caracterís-

<sup>3</sup> Categoría de evidencia (NIH, 1998): nivel de evidencia científica disponible actualmente sobre un aspecto concreto (en función del tipo de investigación que soporta las conclusiones o recomendaciones derivadas de esos estudios y la experiencia acumulada por los investigadores).

A	Estudios randomizados controlados (datos suficientes).
B	Estudios randomizados controlados (datos limitados).
C	Estudios observacionales, no randomizados.
D	Conclusiones panel de expertos.

ticas del programa de entrenamiento, es decir, al tipo de ejercicio, frecuencia, intensidad y duración (evidencia de categoría B).

- En cuanto al efecto hipotensor agudo del ejercicio, el ejercicio físico dinámico reduce la tensión arterial de los hipertensos durante la mayor parte de las horas del día (entre cuatro y diez horas posteriores para Fitzgerald, 1981, hasta 22 horas después para Ronda *et al.*, 2002); (evidencia de categoría B).
- Por su parte, existe un efecto positivo en los niveles de tensión arterial, tanto del individuo sano como del hipertenso, cuando se realiza entrenamiento de fuerza siguiendo las directrices del ACSM (1998) (evidencia de categoría B).
- Respecto al efecto agudo del entrenamiento de fuerza, a día de hoy existe una limitada evidencia que sugiere que el entrenamiento de fuerza tiene un escaso efecto hipotensor más allá de las 24 horas siguientes a la sesión de ejercicio (evidencia de categoría C).
- En cuanto a las diferencias de género, el entrenamiento de resistencia reduce los valores de tensión arterial de forma similar en varones y mujeres (evidencia de categoría B).

En este mismo documento se incluyen a modo de conclusión y como información de alto valor, una serie de recomendaciones para el desarrollo de programas de ejercicio físico en hipertensos.

- **Frecuencia:** en la mayoría, preferentemente todos, de los días de la semana (aunque hay efectos positivos con frecuencias de 3 a 5 días/semana, el efecto hipotensor agudo postejercicio justifica su inclusión como hábito diario).
- **Intensidad:** una intensidad moderada, correspondiente al 40-60% del  $\text{VO}_2\text{R}$ , produce efectos muy positivos y limita los riesgos asociados a intensidades más elevadas.
- **Duración:** 30 minutos o más de actividad (hasta 60 minutos) continua o intermitente (por bloques separados por una pausa de recuperación completa) al día. Estos bloques deben ser de al menos 10 minutos cada uno.
- **Tipo de ejercicio:** primariamente actividad aeróbica suplementada por entrenamiento de fuerza.

Por lo tanto, y resumiendo, para individuos con altos valores de tensión arterial se recomienda un programa principalmente basado en entrenamiento aeróbico (evidencia de categoría A), con entrenamiento

de fuerza complementario (evidencia de categoría B). Actualmente aún disponemos de una limitada evidencia respecto a la frecuencia, intensidad y tiempo de entrenamiento (evidencia de categoría C), y de las necesarias adaptaciones en grupos de poblaciones especiales (evidencia de categoría D). En cualquier caso, los efectos antihipertensivos parecen producirse a relativamente bajas duraciones e intensidades de ejercicio (ACSM, 2004).

## 8. CARDIOPATÍA CORONARIA

La cardiopatía coronaria es primariamente el resultado de una aterosclerosis coronaria avanzada con trombosis, cuyas causas aún no han sido definitivamente establecidas. No obstante, durante las pasadas cuatro décadas se han realizado importantes avances en la detección temprana, la prevención y el tratamiento de esta enfermedad. La contribución del ejercicio en estos avances ha contemplado el uso sistemático de los tests de ejercicio físico en la valoración funcional, diagnóstico, expectativa de evolución y tratamiento clínico de los pacientes afectados, así como la aplicación de los programas de entrenamiento tanto en la prevención primaria, como en la prevención secundaria y en la rehabilitación cardiaca (Haskell, Durstin, 2005).

Esta enfermedad continúa siendo la más frecuente causa de muerte en las sociedades occidentales avanzadas, y está convirtiéndose a toda velocidad también en la principal causa de muerte en los países en desarrollo (Yusuf *et al.*, 2001). Actualmente en Estados Unidos una de cada tres muertes se atribuye a la cardiopatía coronaria, con más de 681.000 fallecimientos en el año 2000 (AHA, 2002). Los ratios de afectados menores de 35 años son bajos, pero desde esta edad se produce un incremento exponencial hasta los 85 años, experimentando en los varones los niveles más altos de mortalidad hasta los 75 años (AHA, 2002).

En España, a pesar de la tendencia decreciente de la cardiopatía isquémica en los últimos años, sigue siendo la primera causa de muerte en varones (el 12% de las defunciones) y la segunda en mujeres (el 10% de las defunciones) (Boix *et al.*, 2003). Comparándola con la del resto de los países desarrollados, es claramente inferior a la de los países del centro-norte de Europa y EEUU (Grima *et al.*, 2006).

En un interesante trabajo publicado en la *Revista Española de Cardiología* en el año 2002 (Marrugat *et al.*, 2002), se realizaba una proyección de la cardiopatía coronaria en nuestro país, a la vista de los resul-

tados desde 1997 hasta el año 2005. Así, los autores identificaban que en el año 2002 se habrían producido unos 68.500 IAM, de los cuales 40.989 habrían sido hospitalizados. El resto habría fallecido fuera de los hospitales. Además, el 24,9% de los ingresados tampoco habría sobrevivido 28 días. Apenas la mitad de los pacientes tendría menos de 75 años, edad con mejor pronóstico (letalidad a los 28 días del 38,8%). Se habrían producido unos 33.500 ingresos por angina inestable, de los cuales el 4,5% habría fallecido a los tres meses del ingreso. De mantenerse la incidencia estable, se estimaba que el número absoluto de casos de IAM aumentará un 2,28% anual en la población (9.847 casos en total) y las hospitalizaciones por síndrome coronario agudo un 1,41% (8.817 casos en total) entre 1997 y 2005.

La cardiopatía isquémica, en cualquiera de sus formas de expresión clínica (muerte súbita, IAM, angina de pecho, insuficiencia cardíaca, arritmias, etc.), tiene como sustrato anatomopatológico la lesión ateromatosa de las coronarias. La placa de ateroma se produce a lo largo de la vida, prácticamente desde la infancia, y eclosiona en la clínica, merced a una complicación de la misma que por lo general suele ser la fisurización o ruptura de la placa que, casi de forma instantánea, va seguida de trombosis en la zona adyacente y del desarrollo del síndrome coronario agudo. La arteriosclerosis, de cualquier territorio así como la coronaria, se desarrolla en aquellos sujetos que son portadores de los denominados *factores de riesgo cardiovascular* (Espinosa y Bravo, 2000). La enfermedad coronaria se manifiesta habitualmente, primero como una angina de pecho y posteriormente como un infarto agudo de miocardio (IAM).

Los programas de rehabilitación cardíaca basados en ejercicio, que incluyen modificaciones en el estilo de vida, han demostrado reducciones de la mortalidad por enfermedad cardiovascular del 20 al 25% (Robertson *et al.*, 2004). El éxito de los programas de rehabilitación cardíaca está hoy en día bien establecido. Desafortunadamente, tan sólo entre el 10 y el 20% de los millones de personas afectadas participan en este tipo de intervenciones anualmente (AHA, 2006).

Ahora bien, aunque el ejercicio puede mejorar la salud de sujetos con trastornos cardiovasculares, la incidencia de un accidente cardiovascular durante el ejercicio es *diez veces mayor* que entre población sana (Fletcher *et al.*, 1995).

De acuerdo con la American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation (AACVPR), los “programas de rehabilitación cardíaca están dise-

ñados para reducir los índices de morbilidad y mortalidad, mejorar una gran variedad de situaciones clínicas y de comportamiento, incluida la calidad de vida. Esto se consigue por medio de una intervención de ejercicio con supervisión médica, así como con modificaciones en el estilo de vida y programas de educación para la salud” (Robertson *et al.*, 2004). De esta forma, aquellos pacientes que participan en estos programas pueden luego asumir la responsabilidad de su autocuidado y mantener su estado de salud frente a la acción de la enfermedad.

De hecho, el ACSM (2006) establece como objetivos fundamentales de los programas de rehabilitación cardíaca los siguientes:

- Contrarrestar los efectos dañinos fisiológicos y psicológicos del reposo en cama.
- Proporcionar vigilancia médica adicional a los pacientes.
- Identificar a los pacientes con deterioros físicos o cardiovasculares significativos que puedan afectar a su seguridad.
- Permitir a los pacientes volver a las actividades de la vida diaria con los límites que impone su enfermedad.
- Preparar tanto al paciente como al sistema de soporte en casa para facilitar la recuperación una vez que se le ha dado el alta.

### **Muy importante... los pasos previos**

Previamente a comenzar una intervención con ejercicio es muy importante considerar si el individuo puede o no participar en el mismo. En la Tabla 19.5 se recogen las principales indicaciones clínicas para la rehabilitación cardíaca de pacientes hospitalizados y ambulatorios (ACSM, 2000, 2006), y en la Tabla 19.6 las principales contraindicaciones clínicas para la rehabilitación cardíaca de pacientes hospitalizados y ambulatorios (ACSM, 2000, 2006).

El otro gran elemento en la actuación previa con ejercicio es la *evaluación funcional* del paciente mediante ergometría de esfuerzo específica. Se trata sin duda de uno de los aspectos más determinantes en la intervención con ejercicio en el paciente con cardiopatía, y su estudio y análisis es una de las áreas de mayor desarrollo y evolución en el campo de la Cardiología en las dos últimas décadas. Su inclusión dentro de los contenidos de este capítulo y de este texto excede de nuestros planteamientos y orientación, pues en ningún caso será responsabilidad o área de acción del profesional de las Ciencias del Ejercicio. En cualquier caso, recomendamos al lector interesado la con-

sulta y estudio de las guías de la AHA del 2001 (Fletcher *et al.*) y de la AACVPR (Robertson *et al.*, 2003).

**Tabla 19.5.** Indicaciones clínicas para la rehabilitación cardíaca de pacientes hospitalizados y ambulatorios (ACSM, 2000, 2006).

Indicaciones clínicas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Postinfarto médicamente estable.</li> <li>• Angina estable.</li> <li>• <i>Bypass</i> coronario.</li> <li>• Angioplastia coronaria transluminal percutánea (ACTP).</li> <li>• Insuficiencia cardíaca congestiva (ICC) compensada.</li> <li>• Miocardiopatía.</li> <li>• Transplante de corazón u otro órgano.</li> <li>• Cualquier otra intervención quirúrgica del corazón, incluida la inserción de válvula o marcapasos.</li> <li>• Enfermedad vascular periférica (EVP).</li> <li>• Enfermedad cardiovascular de alto riesgo que no puede ser intervenida quirúrgicamente.</li> <li>• Síndrome de la muerte cardíaca súbita.</li> <li>• Estadio terminal de una enfermedad renal.</li> <li>• Riesgo de CAD, con diagnóstico de diabetes, hiperlipidemia, HTA, etc.</li> <li>• Otros pacientes que puedan beneficiarse de ejercicios programados y/o con formación.</li> </ul>

**Tabla 19.6.** Contraindicaciones clínicas para la rehabilitación cardíaca de pacientes hospitalizados y ambulatorios (ACSM, 2000, 2006).

Contraindicaciones clínicas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Angina inestable.</li> <li>• Si TAS en reposo &gt;200 mmHg o la TAD reposo &gt;110 mmHg.</li> <li>• Un descenso de la TA ortoestática de &gt;20 mmHg con síntomas.</li> <li>• Estenosis aórtica crítica (pendiente de TAS &gt;50 mmHg, con un tamaño medio del área de orificio en adultos de &lt;0,75 cm<sup>2</sup>).</li> <li>• Enfermedad o fiebre sistémicas graves.</li> <li>• Arritmias auriculares o ventriculares incontroladas.</li> <li>• Taquicardia sinusal incontrolada (&gt;120 p/m).</li> <li>• ICC descompensada.</li> <li>• Bloqueo aurícula-ventrícula de 3er grado (sin marcapasos).</li> <li>• Pericarditis o miocarditis activas.</li> <li>• Embolia reciente.</li> <li>• Tromboflebitis.</li> <li>• Desplazamiento (&gt;2 mm) del segmento ST en reposo.</li> <li>• Diabetes incontrolada (glucemia en reposo &gt; 400 mg/dl).</li> <li>• Problemas ortopédicos graves que impiden la realización del ejercicio.</li> <li>• Otros problemas metabólicos (tiroiditis aguda, hipovolemia, hiper o hipocalcemia, etc).</li> </ul>

### El programa de rehabilitación cardíaca

Tradicionalmente, la rehabilitación cardíaca ha sido dividida en cuatro fases. No obstante, y en respuesta a los cambios experimentados en los sistemas de atención sanitaria en los últimos quince años, estos programas también se han visto modificados (la estancia clínica en muchos casos no supera los tres-cuatro días). La secuencia de intervención es básicamente la misma, pero las distintas fases y su estructura han sido reducidas. Así, la AACVPR describe este nuevo continuum de atención secundaria de esta forma (Robertson *et al.*, 2004):

- a) *Rehabilitación cardíaca intrahospitalaria*: previamente definida como Fase I (Robertson *et al.*, 1999):
  - La longitud de la estancia es de tres a cuatro días.
  - Un profesional de la rehabilitación cardíaca (fisiólogo del ejercicio, enfermero certificado o terapeuta ocupacional) que trabaja en el hospital se centrará en las “enseñanzas para la supervivencia” (Robertson *et al.*, 2004). Integrado con actividades progresivas, los pacientes son educados en lo que deben y no deben hacer en su recuperación, así como en el reconocimiento de los signos y síntomas, y en el control y administración de su medicación.
- b) *Rehabilitación cardíaca en la fase inicial extrahospitalaria*: previamente definida como Fase II (Robertson *et al.*, 1999):
  - La rehabilitación comienza una o dos semanas después del evento y se extiende hasta las seis u ocho semanas (dependiendo de la póliza de cobertura del paciente).
  - El ejercicio es controlado mediante monitorización de ECG y telemetría.
  - La reducción de factores de riesgo cardiovascular se acompaña de un programa individualizado de educación y modificación del estilo de vida.
- c) *Mantenimiento y seguimiento*: previamente definida como Fases III y IV, respectivamente (Robertson *et al.*, 1999):
  - La rehabilitación comienza entre los dos y tres meses posteriores al evento.
  - El programa está en marcha. Los pacientes pueden permanecer en él durante meses o años.

### Mantenimiento

- Programa de ejercicio controlado, monitorizado y supervisado (no teleméricamente) en el propio hospital o en centros comunitarios (tipo YMCA, centros de fitness con área clínica, etc.). Debe estar disponible la posibilidad de realizar periódicamente monitorizaciones de ECG durante el ejercicio.
- El cumplimiento de las modificaciones del estilo de vida es monitorizado y supervisado a lo largo del programa.

### Seguimiento

- El paciente se ejercita de forma independiente en su propio domicilio, en un centro de fitness o en un centro comunitario.
- El paciente tiene acceso a los programas de educación continua dentro del programa de rehabilitación cardíaca o de las clases del programa de prevención y bienestar (wellness) del propio hospital.
- El cumplimiento del programa es monitorizado de forma periódica a través de llamadas telefónicas, e-mail, u otras estrategias de contacto regular definidas con el paciente.

En la Tabla 19.7 se incluyen los principales *criterios generales para el desarrollo de programas de ejercicio en los pacientes hospitalizados*, definidos por el ACSM (2000, 2006).

Ahora bien, en este grupo de pacientes el control y el ajuste de la *intensidad* será en todo momento un aspecto fundamental (tanto de seguridad como de asimilación de la dosis de ejercicio), especialmente cuando abandonan el programa intrahospitalario. Así, la intensidad debe ser capaz de inducir un efecto de entrenamiento (adaptación), pero por debajo del umbral en donde se manifiesten signos y/o síntomas clínicos anormales (Franklin *et al.*, 1992; Wilmore, 1976; AHA, 1975).

A la intensidad de FC asociada a esa manifestación de signos/síntomas clínicos anormales la denominamos comúnmente como “frecuencia cardíaca pico”, y establece un límite máximo de entrenamiento que generalmente debe ser de al menos diez pulsaciones por debajo de la misma. En la Tabla 19.8 se recogen los principales signos y síntomas que van a definir la FC pico del paciente coronario (ACSM, 2006).

En la última edición del *ACSM's Guidelines for Exercise Testing & Prescription* (2006), y en relación al papel de la intensidad en el entrenamiento del enfermo coronario, se hace alusión a una nueva

**Tabla 19.7.** Criterios generales para el desarrollo de programas de ejercicio en pacientes hospitalizados (ACSM, 2000, 2006).

Criterios para el desarrollo de programas de ejercicio
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intensidad:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– RPE &lt;13 (escala de 6 a 20).</li> <li>– Después de un IM: FC &lt;120 p/min o FC en reposo + 20 p/min (objetivos arbitrarios).</li> <li>– Después de una intervención quirúrgica: FC en reposo + 30 p/min (objetivo arbitrario).</li> <li>– Según la tolerancia si no hay síntomas.</li> </ul> </li> <li>• Duración:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Series de 3 a 5 minutos.</li> <li>– Periodos de recuperación:                   <ul style="list-style-type: none"> <li>• A discreción del paciente.</li> <li>• De 1 a 2 minutos.</li> </ul> </li> <li>– Duración total: hasta 20 minutos.</li> </ul> </li> <li>• Frecuencia:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Movilidad temprana: 3 a 4 veces al día (del primer al tercer día).</li> <li>– Movilidad tardía: 2 veces al día (a partir del tercer día).</li> </ul> </li> <li>• Progresión:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Inicialmente se aumenta la duración del ejercicio continuo de 10 a 15 minutos, a continuación se aumenta la intensidad.</li> </ul> </li> </ul>

**Tabla 19.8.** Signos y síntomas que establecen el umbral máximo de intensidad en el entrenamiento del paciente coronario (ACSM, 2006).

Signos y síntomas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Principio de angina u otro síntoma de insuficiencia cardíaca.</li> <li>• Plateau o descenso de la TAS*, TAS &gt; 250 mmHg o TAD** &gt; 115 mmHg.</li> <li>• Descenso del segmento ST &gt; o = 1 mm, horizontal o descendente.</li> <li>• Incremento de la frecuencia de disrritmias ventriculares.</li> <li>• Otros trastornos significativos del ECG (taquicardia supraventricular, fibrilación atrial, etc.).</li> <li>• Otros signos/síntomas de intolerancia al ejercicio.</li> </ul>

\*TAS: tensión arterial sistólica

\*\*TAD: tensión arterial diastólica

\*\*IMPORTANTE:

Al calcular la intensidad del entrenamiento considerando los valores de la FC de reserva (FC<sub>máx</sub> - FC<sub>reposo</sub>), en estos pacientes DEBEMOS considerar en todo momento a la “FCpico” como su FC máxima.

perspectiva. Así, en dos importantes trabajos (Swain, Franklin, 2002a, 2002b), que incluyeron a individuos sanos y a enfermos cardíacos, el entrenamiento a intensidades elevadas produjo mayores porcentajes de mejora en la capacidad aeróbica que el entrenamiento a intensidades bajas, incluso cuando el grupo

de menor intensidad aumentó el volumen (duración de la sesión o frecuencia semanal). Estos hallazgos son clínicamente relevantes a la vista de los resultados epidemiológicos disponibles, en donde queda claro que los individuos que se ejercitan a intensidades elevadas presentan índices más bajos de mortalidad por cualquier causa, que aquellos que se ejercitan a intensidades moderadas o bajas (Lee, Paffenbarger, 2000). Aunque algunos estudios consideran que este supuesto efecto protector cardiovascular del ejercicio intenso está plagado de limitaciones metodológicas (Yu *et al.*, 2003), otras importantes investigaciones bien diseñadas han alcanzado conclusiones similares respecto al potencial positivo del ejercicio intenso (Lee *et al.*, 1995, 2003; Tanasescu *et al.*, 2000).

**La progresión**

En cuanto al ritmo de progresión de la dosis de ejercicio, en el enfermo coronario éste va a ser muy dependiente de las características individuales del sujeto, de su capacidad funcional, de la comorbilidad asociada, etc. En cualquier caso, el ACSM (2006) plantea un ejemplo de modelo de progresión utilizando una combinación muy útil y segura de ejercicio intermitente (pausa con recuperación completa), que incluimos a continuación (Tabla 19.9) por su interés y aplicabilidad.

**Transición al ejercicio autónomo**

La cuestión a plantearse a continuación, desde el punto de vista de la organización del proceso de entrenamiento, sería, ¿en qué momento puede el paciente comenzar a desarrollar un programa de ejercicio independiente, sin supervisión clínica y/o profesional?

Para poder “dar el alta” al paciente en un programa de ejercicio supervisado, y plantearnos con

seguridad una intervención autónoma, el ACSM (2006) establece las siguientes directrices para la progresión desde el ejercicio clínica y/o profesionalmente supervisado al ejercicio independiente:

- Capacidad funcional estimada  $\geq 7$  MET (o capacidad funcional medida  $\geq 5$  MET) o el doble del nivel de demanda de actividades ocupacionales.
- Respuesta hemodinámica apropiada al ejercicio (incremento de la tensión arterial sistólica con el incremento de la carga de trabajo) y a la recuperación.
- Respuesta adecuada del ECG a la FC pico sin modificaciones, respuesta isquémica no diagnosticada, etc.
- Síntomas cardíacos estables o ausentes.
- FC y tensión arterial de bases estables y controladas.
- Adecuada respuesta en la estrategia de intervención para controlar los factores de riesgo y dominio de los aspectos de seguridad en la práctica, de tal forma que el paciente demuestre un nivel suficiente de independencia y de control efectivo de esos factores.
- Conocimiento suficientemente demostrado del proceso de la enfermedad, signos y síntomas anormales, utilización de sus fármacos y efectos secundarios.

**El entrenamiento de fuerza en el paciente con cardiopatía coronaria**

En un artículo publicado por Pollock (2000) en la prestigiosa revista científica *Circulation*, con el apoyo de la Asociación Americana del Corazón (AHA) y del American College of Sports Medicine (ACSM), éste

**Tabla 19.9.** Ejemplo de modelo de progresión utilizando ejercicio intermitente (adaptado del ACSM, 2006).

Capacidad funcional $\geq 4$ MET (FC)					
Semana	%FC	Minutos totales al %FC	Minutos de ejercicio	Minutos de descanso	Repeticiones
1	50-60	15-20	3-5	3-5	3-4
2	50-60	15-20	7-10	2-3	3
3	60-70	20-30	10-15	opcional	2
4	60-70	30-40	15-20	opcional	2
Capacidad funcional (FC) $< 4$ MET					
1	40-50	10-15	3-5	3-5	3-4
2	40-50	12-20	5-7	3-5	3
3	50-60	15-25	7-10	3-5	3
4	50-60	20-30	10-15	2-3	2
5	60-70	25-40	12-20	2	2
6	Continuar con dos repeticiones de ejercicio continuo, con un periodo de descanso o progresar a una única serie de trabajo continuo.				

reconocía que, aunque está aceptado hace tiempo que el entrenamiento de fuerza es útil para desarrollar y mantener la fuerza muscular, la resistencia, la potencia y la masa muscular (hipertrofia) (Atha, 1981; Komi, 1991), su relación positiva con los factores de salud y con las enfermedades crónicas ha sido reconocida sólo recientemente (Pollock, Vincent, 1996; Pollock, Evans, 1999; US-CDC, 1996), incluso Smutok (1993) llega a poner de manifiesto que el entrenamiento de fuerza puede producir reducciones similares al entrenamiento aeróbico en los factores de riesgo de las enfermedades cardiovasculares. La investigación disponible hoy en día sugiere que cuando se produce un desarrollo muscular también se producen cambios en el sistema cardiovascular y en el músculo cardíaco (Jiménez, 2006).

El entrenamiento de fuerza está asociado con modificaciones en el miocardio que implican cambios positivos en la frecuencia cardíaca, en el volumen respiratorio y en la respuesta del corazón, aunque no de la misma magnitud que los encontrados con entrenamiento de resistencia a largo plazo. Durante la sesión de entrenamiento de fuerza se produce un aumento de la frecuencia cardíaca (Collins *et al.*, 1991; DeGroot *et al.*, 1998); este aumento está asociado a un incremento de la estimulación simpática, un aumento progresivo en los niveles de catecolamina en el plasma circulante y una reducción en la estimulación parasimpática al comienzo del ejercicio (Collins *et al.*, 1991; McCartney *et al.*, 1993).

El entrenamiento de fuerza de moderada intensidad (40-60% 1-RM) presenta los mayores aumentos de la respuesta de la frecuencia cardíaca, mientras que con altas intensidades de 1 RM esta respuesta es menor (DeGroot *et al.*, 1998). El efecto del entrenamiento de fuerza a largo plazo está poco claro, así hay estudios en donde no se manifiestan cambios en la FC (Haennell *et al.*, 1989; Fleck, 1988; Van Roof *et al.*, 1996; Copeland *et al.*, 1996) y otros en donde se produce una reducción de ésta en reposo de forma significativa (McCarthy *et al.*, 1997; Fleck, 1988; Saltin, Astrand, 1967).

En relación al volumen sistólico, al parecer durante la fase de elevación de la carga en un ejercicio de fuerza éste no se ve afectado cuando la intensidad es ligera (Haennell *et al.*, 1992), mientras que se reduce con altas intensidades (Lentini *et al.*, 1993). Esta reducción durante la fase de elevación con altas intensidades es posiblemente resultado de una reducción de la precarga y un aumento de la postcarga en el miocardio (Miles *et al.*, 1987, citados por Kell *et al.*,

2001). El aumento de la tensión arterial, de la precarga y postcarga, de la resistencia del sistema cardiovascular y de la frecuencia cardíaca producen a su vez un aumento del estrés en el miocardio, que está asociado a adaptaciones cardiovasculares que aumentan el volumen sistólico en reposo (Fleck, 1988; Fleck *et al.*, 1993). Por otra parte, los estudios también revelan un aumento de pequeño a moderado en el volumen sistólico de reposo y ejercicio durante el entrenamiento dinámico de fuerza a corto plazo (Fleck, Kraemer, 1997; Sagiv *et al.*, 1997), pero sin alcanzar el nivel asociado al entrenamiento de resistencia.

Para poder comenzar un programa de entrenamiento de fuerza dentro del programa genérico de ejercicio, el enfermo coronario debe cumplir con los siguientes criterios de inclusión (que garantizarán la seguridad durante el desarrollo de las sesiones), incluidas en sus guías de intervención por la AACVPR (2004):

- Mínimo de cinco semanas desde la manifestación del evento cardíaco (IAM, angina), o intervención quirúrgica, incluyendo al menos cuatro semanas de participación estable en un programa de entrenamiento de resistencia aeróbica controlado y supervisado.
- No evidencia de las siguientes condiciones:
  - Insuficiencias cardíacas congestivas (ICC).
  - Enfermedades valvulares graves.
  - Arritmias incontroladas.
  - Hipertensión descontrolada. Pacientes con hipertensión moderada (>160/100) deben ser controlados previamente para estabilizar su respuesta.
  - Síntomas de inestabilidad cardíaca.

Las directrices generales para este tipo de entrenamiento, según el ACSM (2006), aparecen incluidas en la Tabla 19.10:

**Tabla 19.10.** Directrices generales para el entrenamiento de la fuerza en el paciente cardíaco (ACSM, 2006).

Directrices generales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comenzar con una carga básica de 10-15RM, con una única serie por ejercicio en 8 a 10 ejercicios, que impliquen a los principales grupos musculares.</li> <li>• La carga se irá incrementando progresivamente en función de la adaptación experimentada por el paciente (incrementos de la carga en el tren superior de 2 a 5 libras por semana, y de 5 a 10 libras en el tren inferior).</li> <li>• La sensación de esfuerzo percibido (RPE) debe ubicarse entre 11 (ligero) y 13 (algo duro).</li> </ul>

(Continúa)

(Continuación)

Directrices generales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El ritmo de ejecución debe ser lento y controlado, con el rango de amplitud de movimiento completo en cada repetición.</li> <li>• La respiración debe hacerse exhalando durante la fase de trabajo concéntrico (al vencer la resistencia), e inhalando en la fase excéntrica, para evitar la maniobra de Valsalva.</li> <li>• El ejercicio debe detenerse ante la manifestación de cualquier signo o síntoma de emergencia.</li> </ul>

## 9. CONSIDERACIONES FINALES

La actividad física en general y el ejercicio físico en particular juegan un papel fundamental tanto en la prevención como en el tratamiento de las enfermedades cardiovasculares. Ahora bien, se trata de uno de los grupos de población en donde el riesgo asociado a la práctica es más elevado. Por ello, el proceso de planificación, programación, supervisión, control, seguimiento y evaluación de estas intervenciones debe ser riguroso, sólido y actualizado en los conocimientos aplicados, y muy centrado en las necesidades, capacidades y limitaciones del paciente.

Estas intervenciones pueden y *deben* realizarse desde un planteamiento de participación activa de múltiples profesionales de las Ciencias de la Salud y del Ejercicio, trabajando de forma coordinada, en programas estructurados y bien definidos.

En nuestro país este tipo de intervenciones son aún muy incipientes, y desgraciadamente no es habitual contar con la presencia de profesionales de las Ciencias del Ejercicio en el diseño y desarrollo de los programas de ejercicio físico.

Esperamos que este texto sirva de estímulo a todos los agentes implicados en la prevención y tratamiento de las enfermedades cardiovasculares, facilitando una puesta en acción de proyectos de intervención de forma coordinada y presentando una visión integradora, que tanto necesita la población sedentaria española.

Se incluyen a continuación, y como anexo final, las tablas-resumen con las directrices de intervención publicadas por el ACSM en su texto *ACSM'S Exercise Management for People with Chronic Diseases and Dissabilities* (1997, 2003), para la hipertensión y la cardiopatía coronaria (IAM, angina de pecho). Tabla 19.11 a Tabla 19.13.

**Tabla 19.11.** Directrices para la programación de ejercicio en la hipertensión (adaptado del ACSM, 1997, 2003).

Modalidad	Objetivos	Intensidad/frecuencia/duración	Tiempo de entrenamiento hasta alcanzar los objetivos
<b>Aeróbico.</b> Actividades que impliquen grandes grupos musculares (+1/6) (remo, trote, caminar, ciclismo, aerobio en el agua, etc.).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento del VO<sub>2</sub>máx y del umbral de ventilación.</li> <li>• Perder peso, si el sujeto tiene sobrepeso.</li> <li>• Aumentar el gasto calórico.</li> <li>• Aumentar rendimiento funcional.</li> <li>• Control de la tensión arterial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 40-70% VO<sub>2</sub> máx.</li> <li>• 50-85% FC máx.</li> <li>• RPE 11-13.</li> <li>• 3-7 días/semana.</li> <li>• 30-60 min/sesión.</li> <li>• 700-2.000 kcal/semana.</li> </ul>	4-6 meses.
<b>Fuerza.</b> Entrenamiento en circuito.	Aumentar fuerza muscular.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poca resistencia 40%-50% 1RM y muchas repeticiones.</li> <li>• Controlar Valsalva.</li> <li>• No realizar ejercicios isométricos.</li> </ul>	4-6 meses.

Fármacos	Consideraciones especiales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beta-bloqueantes reducen la FC (15-30 lat/min).</li> <li>• Importante: alargar vuelta a la calma.</li> <li>• Bloqueadores alpha 1 y 2, bloqueadores del canal de calcio y vasodilatadores: pueden causar hipotensión después del ejercicio.</li> <li>• Medicación que limita el gasto cardiaco: usar simultáneamente FC y RPE.</li> <li>• Los diuréticos pueden causar un descenso del K<sup>+</sup>, causando arritmias. Garantizar hidratación adecuada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No realizar ejercicio si PS mayor de 200 mmHg y PD mayor de 115 mmHg.</li> <li>• La AF de 40-70% VO<sub>2</sub> máx, parece disminuir la PA tanto o más que intensidades mayores.</li> <li>• 700 kcal/sem inicialmente; 2.000 kcal/sem posteriormente.</li> <li>• Evitar maniobra de Valsalva.</li> </ul>

**Tabla 19.12.** Directrices para la programación de ejercicio en el infarto agudo de miocardio (IAM) (adaptado del ACSM, 1997, 2003).

Modalidad	Objetivos	Intensidad/frecuencia/duración	Tiempo de entrenamiento hasta alcanzar los objetivos
<b>Aeróbico.</b> Actividades que impliquen grandes grupos musculares (+1/6). Ergómetro de brazos/piernas.	Aumentar capacidad aeróbica. Reducir presión sanguínea y el pulso durante ejercicio submáximo. Reducir demanda de VO <sub>2</sub> del miocardio. Reducir riesgo ECDV*.	40-85% VO <sub>2</sub> máx o FC reserva. RPE 11-16. 3-4 días/semana. 20-40 min/sesión. 5-10 min calentamiento y vuelta a la calma.	4-6 meses.
<b>Fuerza.</b> Entrenamiento en circuito.	Aumentar la habilidad y capacidad para ejecutar actividades diarias. Aumentar la resistencia y la fuerza muscular.	Poca resistencia 40%-50% 1RM y muchas repeticiones. Evitar Valsalva. 2-3 días/semana. 1-3 series/10-15 rep. La carga debe incrementarse gradualmente a lo largo del programa.	4-6 meses.
<b>Flexibilidad.</b> Actividades para ampliar el rango de movimiento del tren superior e inferior.	Reducir riesgo de lesión.	2-3 días/semana.	4-6 meses.

Fármacos	Consideraciones especiales
Beta bloqueantes: no afectan significativamente a la entrenabilidad del paciente cardiaco. Bloqueadores del canal de calcio: no afectan significativamente a la entrenabilidad del paciente cardiaco.	Sujetos con baja CF (<5METS) pueden entrenar al 40-50% VO <sub>2</sub> pico, resto al 70%. Monitorizar posibles síntomas en la práctica (dolor de pecho, mareos, etc.). Atención: ejercicio de alta intensidad puede provocar complicaciones en postinfartados. Supervisión constante. Utilizar equipamiento que permita realizar incrementos de intensidad de 1MET. El aumento de la fuerza muscular es un factor importante en el postinfartado, pues reduce la FC, la TA y la demanda de VO <sub>2</sub> del miocardio a una intensidad determinada.

\*ECDV: enfermedad cardiovascular

**Tabla 19.13.** Directrices para la programación de ejercicio en angina de pecho e isquemia silenciosa (adaptado del ACSM, 1997, 2003).

Modalidad	Objetivos	Intensidad/frecuencia/duración	Tiempo de entrenamiento hasta alcanzar los objetivos
<b>Aeróbico.</b> Actividades que impliquen grandes grupos musculares (+1/6). Ergómetro de brazos/piernas.	Aumentar capacidad funcional. Reducir los factores de riesgo cardiov. Reducir la presión sanguínea y el pulso durante ejercicio submáximo. Reducir demanda de VO <sub>2</sub> del miocardio.	FC 10-25 latidos por debajo del "umbral de isquemia" (FC pico). 3-7 días/semana. 20-60 min/sesión. 5-10 min calentamiento y vuelta a la calma.	4-6 meses.
<b>Fuerza.</b> Entrenamiento en circuito.	Mejorar capacidad funcional.	Poca resistencia 40%-50% 1RM y muchas repeticiones. Evitar Valsalva. 2-3 días/semana. 15-20 min/sesión. Evitar ejercicios isométricos.	4-6 meses.

(Continúa)

(Continuación)

Modalidad	Objetivos	Intensidad/frecuencia/duración	Tiempo de entrenamiento hasta alcanzar los objetivos
<b>Flexibilidad.</b>			
Actividades para ampliar el rango de movimiento del tren superior e inferior.	Reducir riesgo de lesión.	2-3 días/semana.	4-6 meses.

Fármacos	Consideraciones especiales
La mayoría de los fármacos cardíacos pueden alterar la hemodinámica durante el ejercicio.	<p>Sujetos deben saber que nunca podrán superar su FC pico en el entrenamiento.</p> <p>Si los síntomas cambian, deben dirigirse automáticamente a su médico.</p> <p>El sujeto siempre debe llevar encima nitroglicerina si está diagnosticado de enfermedad coronaria.</p> <p>Pasear a baja intensidad es una actividad muy recomendable.</p> <p>Pacientes con baja fracción de eyección, pobre capacidad de ejercicio, o disrritmias frecuentes deben ser controlados constantemente.</p> <p>Los programas en el propio domicilio pueden ser una alternativa válida para pacientes de bajo riesgo.</p> <p>Calentamientos y vueltas a la calma prolongados (&gt;19min) tienen un efecto antianginoso.</p>



# El ejercicio y las alteraciones de las lipoproteínas plasmáticas asociadas a la aterosclerosis

Juan Francisco Marcos Becerro

## OBJETIVOS

- Informar sobre lo que son y lo que significan las modificaciones de las lipoproteínas plasmáticas en el desarrollo de las afecciones patológicas tan graves como la aterosclerosis y las enfermedades cardiovasculares asociadas con ella.
- Llamar la atención sobre los medios existentes en la actualidad para corregir los problemas expuestos.
- Exponer los beneficios de las modificaciones del estilo de vida consistentes en evitar el consumo de sustancias dañinas para la salud como el tabaco, realizar una dieta alimenticia adecuada, utilizar los fármacos aconsejados por los médicos y hacer ejercicio.

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde hace algunos años, tanto los hombres de ciencia como la población general han ido aumentando progresivamente su interés por los efectos que una serie de sustancias emparentadas con los lípidos ejercen negativamente sobre la salud. Si bien es cierto que los ciudadanos corrientes sólo se refieren a ellas bajo la denominación común de colesterol, los científicos amplían su grupo a todas las lipoproteínas.

La importancia de estas moléculas reside en el hecho de que el aumento en el plasma de la mayoría de ellas y/o la disminución de alguna, se halla asociado a las enfermedades que mayor número de fallecimientos producen en todo el mundo industrializado y por tanto en nuestro país. Me refiero a las enfermedades cardiovasculares (ECV).

La morbilidad (número proporcional de personas que enferman en una población en un tiempo determinado) de estas enfermedades en España viene aumentando progresivamente en ambos géneros, pero el mayor incremento se ha producido en la enfermedad coronaria (EC) (Tunstall *et al.*, 1999).

Las ECV ocupan el primer puesto entre las causas de muerte en España, dado que las mismas son las responsables del 40% de todos los fallecimientos ocurridos en nuestro hábitat. Alrededor del 60% de las defunciones acaecidas en este grupo tiene como protagonistas a la EC y a la enfermedad cerebrovascular. Hace algunos años la mortalidad por la EC en España era bastante más baja que en el resto de los países desarrollados, debido, principalmente, a la buena alimentación. Sin embargo, desde hace algún tiempo y a consecuencia de haber adquirido los hábitos poco saludables de otras naciones (dietas ricas en grasa, poca actividad física y aumento del consumo del tabaco), junto al envejecimiento de la población, la mortalidad por EC ha ido incrementándose (Villar y Banegas, 1991).

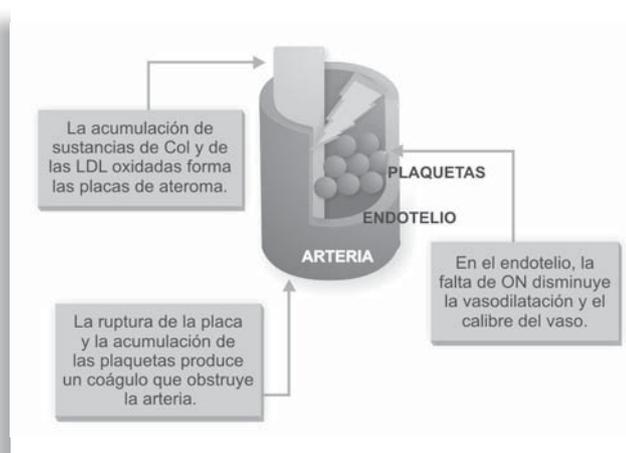
Como quiera que el sedentarismo, o lo que es igual, la falta de ejercicio es un factor de gran importancia en el desarrollo del sobrepeso y la obesidad y éstos, a su vez, se acompañan del aumento de los niveles del colesterol total (CT), de los de las lipoproteínas de baja densidad LDL y de los triglicéridos (TG), así como de la disminución de las lipoproteínas

de alta densidad (HDL), hechos asociados al incremento de la EC, es la razón por la que las alteraciones de las lipoproteínas y los medios para combatirlos han adquirido tanta importancia en los colectivos dedicados al cuidado de la salud.

Según Schubert *et al.* (2005), mantener un índice de masa corporal (IMC) bajo a través de la reducción de la masa grasa, puede ser más beneficioso para disminuir el riesgo de EC que actuar sobre cualquiera de los otros factores. De ello se deduce la importancia que el ejercicio y la dieta poseen para mejorar los perfiles de las lipoproteínas y prevenir la EC.

## 2. LA ATEROSCLEROSIS

La importancia de las lipoproteínas en el mantenimiento de la salud reside en que sus alteraciones se relacionan directamente con el desarrollo de la aterosclerosis, afección que suele iniciarse por la modificación del endotelio que tapiza los vasos sanguíneos. La función más importante del endotelio es la vasodilatación originada a través del óxido nítrico. La disminución de esta molécula es la responsable de la disfunción endotelial, a la que colaboran el aumento del colesterol, la activación de las plaquetas (Kvasnicka, 2003), la inflamación local, la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad (Laroya *et al.*, 2003) y otros varios.



**Figura 20.1.** Aterogénesis y obstrucción vascular.

Tras la alteración de la función endotelial, ciertas sustancias derivadas del colesterol y de la oxidación de las LDL se depositan en las paredes de las arterias en forma de placas, a consecuencia de lo cual se produce un endurecimiento de las paredes de los vasos y un estrechamiento de su luz (Figura 20.1).

A pesar de que la oxidación de las lipoproteínas constituye un factor importante en el desarrollo de la aterosclerosis, sin embargo, en el momento actual se desconocen el lugar y el mecanismo a través del cual se produce la misma. Para Staprans *et al.* (2005), las lipoproteínas oxidadas circulantes derivan, al menos parcialmente, de los lípidos provenientes de la dieta transportados en los quilomicrones.

Dado que la alimentación habitual de los países industrializados contiene gran cantidad de ácidos grasos oxidados, este hecho puede contribuir en gran manera al desarrollo de la aterosclerosis (Staprans *et al.*, 2005).

El endurecimiento y la disminución del calibre de las arterias dificultan el aporte de sangre a los diferentes tejidos que componen el organismo. En algunas ocasiones, a los hechos descritos se les añade la formación de un coágulo o trombo que obstruye por completo la circulación y que origina la muerte (necrosis) del tejido carente de irrigación sanguínea. Cuando este acontecimiento se produce en las arterias que aportan su sangre al cerebro se produce el accidente cerebrovascular o *stroke* de los americanos. Si las afectadas son las coronarias, se origina el infarto de miocardio; y en el caso de que las obstruidas sean las que abastecen a los órganos situados en la periferia, se habla de obstrucción vascular periférica.

La disminución del aporte sanguíneo al corazón causada por el endurecimiento y el estrechamiento de las arterias coronarias da lugar a lo que se conoce como enfermedad de las arterias coronarias (EAC), enfermedad coronaria (EC) o cardiopatía coronaria (CC), afección caracterizada en la clínica por la aparición de dolor agudo en el tórax (angina de pecho), lo que se acompaña de alteraciones del ritmo del corazón (arritmias), de insuficiencia cardíaca y en ocasiones de la muerte súbita. La angina de pecho suele aparecer cuando la luz de las arterias coronarias disminuye entre el 50 y el 70%. En el infarto agudo de miocardio, además del estrechamiento de las coronarias originado por la aterosclerosis, interviene la ruptura de una placa de ateroma, lo que origina un coágulo de sangre que interrumpe por completo la circulación.

### 3. LA ENFERMEDAD CORONARIA (EC) Y LOS FACTORES DE RIESGO QUE INTERVIENEN EN SU APARICIÓN

Como en la gran mayoría de las enfermedades, en la aterosclerosis de las coronarias intervienen dos clases de factores: los genes heredados de los padres y los ambientales, y dentro de estos últimos sobresalen: el aumento en el plasma de los niveles del colesterol o mejor la elevación de las LDL-C, y la disminución de las HDL-C. Las personas con bajos niveles plasmáticos de HDL-C tienen un riesgo a sufrir la cardiopatía coronaria muy parecido a las que poseen concentraciones muy elevadas de LDL-C (Gordon *et al.*, 1989).

Al tabaco se le atribuyen más del 50% de los fallecimientos que suceden en los hombres y mujeres de los países industrializados, incluidos los fumadores pasivos. La mayor parte de ellos deben ser achacados a la enfermedad coronaria (EC) (He *et al.*, 1999).

Después del tabaco, el sedentarismo es el agente responsable del mayor número de fallecimientos sucedidos en los países citados. La falta de ejercicio constituye uno de los factores de riesgo coronario más importante (Fletcher *et al.*, 1996), ya que disminuye el gasto calórico, lo que contribuye a la aparición de la obesidad y a las alteraciones de los lípidos que la acompañan (Ryan 1999), así como a la presencia de la resistencia a la insulina (Perseghin *et al.*, 1996) y la aparición de la diabetes.

Todos ellos forman parte del denominado síndrome metabólico (SM), a los que se unen la hipertensión, la tendencia a la agregación de las plaquetas y la existencia del estado proinflamatorio (Meigs, 2000; Eckel *et al.*, 1998).

Hoy día se considera que el SM contribuye a la aparición prematura de la cardiopatía coronaria, de igual forma que lo hacen el tabaquismo (Eckel *et al.*, 1998) y el sedentarismo.

Un hecho interesante es que al sedentarismo se le considera como un factor de riesgo muy modificable por el ejercicio.

### 4. LAS LIPOPROTEÍNAS

Las lipoproteínas son complejos macromoleculares esféricos compuestos por triglicéridos, fosfolípidos, colesterol y proteínas. A estas últimas se las denomina apolipoproteínas o simplemente apo.

En el plasma humano se han descrito alrededor de doce apolipoproteínas distintas, las cuales se clasifican en cinco tipos denominados A, B, C, D y E, a los que a su vez se les agrupa en subtipos I, II, III y IV (Havel y Kane, 1995).

Sus funciones podrían resumirse en una: ayudar a estabilizar y a hacer solubles a las lipoproteínas durante su transporte en el torrente circulatorio. Las apo AI y apo B se las asocia con el riesgo a producir la enfermedad coronaria. Las apo C inhiben la captación de quilomicrones en el hígado. La apo E es la principal transportadora de colesterol.

A las lipoproteínas se las clasifica según la densidad determinada a través de la centrifugación. Cuanto mayor es el contenido de lípidos menor es la densidad de la lipoproteína. De acuerdo con este criterio, a las lipoproteínas se las agrupa en cinco categorías.

1° Quilomicrones (QM). 2° Lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) de la literatura anglosajona *very low density lipoprotein*. 3° Lipoproteínas de densidad intermedia (IDL), *intermediate density lipoproteins*. 4° Lipoproteínas de baja densidad (LDL), *low density lipoproteins*. 5° Lipoproteínas de alta densidad (HDL), *high density lipoproteins*.

Sus valores determinados en el plasma se presentan en la Tabla 20.1.

**Tabla 20.1.** Valores de las lipoproteínas propuestos por The Nacional Colesterol Education Program (NCEP).

	Deseable	Límites	Indeseable
<b>Colesterol total</b>	Más de 200	200-240	Más de 240
<b>HDL colesterol</b>	Más de 60	40-59	Menos de 40
<b>Triglicéridos</b>	Menos de 150	150-499	Más 500
<b>LDL colesterol</b>	Menos de 130	130-160	Más de 160

Valores expresados en mg/dl

#### 4.1. Funciones de las lipoproteínas

La principal función de las lipoproteínas consiste en el transporte de los lípidos. Los quilomicrones y las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) acarrean los triacilgliceroles (triglicéridos) sintetizados en el organismo (endógenos) y los derivados de los alimentos ingeridos (exógenos).

Las VLDL contienen poco colesterol y abundantes triglicéridos. Además son potentes donadores de fosfolípidos a las plaquetas, por lo que influyen en la

patogenia y en las complicaciones de la cardiopatía coronaria (CC) (Ibrahim *et al.*, 2005).

Las LDL poseen un contenido en ésteres de colesterol más elevado que el de las VLDL. A consecuencia de ello se las considera las primeras responsables en el desarrollo de la enfermedad cardiovascular (ECV) (High Blood, 2002).

Por la acción de la lipoprotein lipasa (LPL), las IDL se transforman en LDL al perder los triglicéridos y la apo E. De las cinco clases de lipoproteínas las HDL son las de menores dimensiones y contiene un 50% de lípidos y un 50% de proteínas. Por centrifugación, las HDL se dividen en dos grupos: HDL2 y HDL3. Para evitar la acumulación del colesterol en los tejidos y los problemas que el mismo podría acarrear, las HDL tienen que exportarlo al hígado.

Aparte de invertir el transporte del colesterol, las HDL-C aumentan la fibrinólisis (disolución de los coágulos de fibrina) (Saku *et al.*, 1985), disminuyen la capacidad de agregación de las plaquetas (Yui *et al.*, 1988), promueven la acción antioxidante y la antiinflamatoria del óxido nítrico contra las LDL (Henriksen *et al.*, 1982; Yui *et al.*, 1988), de ello se infiere la acción protectora que las HDL ejercen contra la aterosclerosis (Yokoyama, 2005) y la enfermedad coronaria en todas las edades, pero especialmente en los mayores de 70 años (Packard *et al.*, 2005). Además de estos hechos, el mantenimiento de los niveles normales de las lipoproteínas a lo largo de la vida retrasa el envejecimiento (Nofer *et al.*, 2005).

## 4.2. El colesterol

El colesterol es un lípido o sustancia grasa de gran importancia para el organismo, ya que además de entrar a formar parte de las membranas celulares se transforma en hormonas masculinas (andrógenos) y en femeninas (estrógenos).

En el hígado, una parte del colesterol se separa de la proteína transportadora para después ser transformado en ácidos biliares y eliminado en las heces. El aumento del colesterol en la sangre o hipercolesterolemia constituye uno de los principales factores de riesgo cardiovascular y especialmente de la (EC) (Chen *et al.*, 1991).

En España, el 18% de las personas comprendidas entre los 35 y los 64 años tienen unos niveles de colesterol iguales o superiores a los 250 mg/dl y el 57,8% posee niveles superiores a 200 mg/dl (Banegas *et al.*, 1993).

## 5. PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO DE LAS ALTERACIONES DE LAS LIPOPROTEÍNAS Y DE LAS AFECCIONES ACOMPAÑANTES DE LA ATROSCLEROSIS

### 5.1. Las modificaciones del estilo de vida

La dieta, la disminución de la grasa corporal, evitar el consumo de tabaco, realizar ejercicio y utilizar los fármacos cuando son necesarios, son procedimientos esenciales para prevenir y tratar las dislipoproteinemias y los problemas asociados a ellas.

Un hecho interesante a reseñar es que, las poblaciones que ingieren dietas constituidas por frutas, verduras, granos completos y grasas insaturadas, poseen menor riesgo a padecer la enfermedad coronaria, al aumentar las concentraciones de HDL-C en los diabéticos del tipo 2, lo que les previene contra la aterosclerosis (Lapolla *et al.*, 2005).

Dejar de fumar y evitar el sobrepeso y la obesidad son medidas indispensables en la prevención de la enfermedad cardiovascular (Katan, 2005).

En cuanto al alcohol, la mayoría de los autores sostiene que las bajas ingestiones del mismo (20-30 g diarios) son beneficiosas, y especialmente el vino tinto, ya que por las sustancias fenólicas que contiene ejerce efectos protectores contra la EC (Frankel *et al.*, 1993).

De los fármacos utilizados en el tratamiento de las dislipoproteinemias (Tabla 20.2), los que mejores resultados han producido son las estatinas. Los principales efectos originados por ellas consisten en disminuir los niveles de las VLDL y LDL y reducir la producción en el hígado de las lipoproteínas que contienen apo B (Ginsberg, 2005).

Las más utilizadas son: la lovastatina, la pravastatina, la simvastatina, la fluvastatina. A pesar de que las estatinas producen importantes beneficios en el tratamiento de la aterosclerosis, sin embargo, entre el 60-70% de los problemas cardiovasculares no se previenen con su uso, por lo que se necesitan utilizar otras medidas terapéuticas como los antiinflamatorios (proteína C reactiva) y las modificadoras del estilo de vida que aumenten las HDL-C y disminuyan las LDL-C y los TG (Stroes, 2005).

Otros fármacos empleados son los secuestradores de los ácidos biliares como la colestiramina, el colestipol y el colesvelan que disminuyen las LDL.

El ácido nicotínico (vitamina B<sub>3</sub>) o niacina aminora los niveles séricos del colesterol total, los de las LDL-C y los de los triglicéridos, a la vez que aumenta los de las HDL-C.

Los derivados del ácido fibríco (fibratos), entre los que se encuentran el gemfibrozilo, el fenofibrato y el clofibrato, son fármacos muy utilizados en los EU para disminuir los triglicéridos.

**Tabla 20.2.** Fármacos usados en el tratamiento de las dislipoproteinemias.

Fármaco	Acción
Estatinas.	Disminuyen las VLDL, LDL y ApoB.
Secuestradores de los ácidos biliares.	Disminuyen las LDL.
Ácido nicotínico.	Disminuye el CT, las LDL, los TG y aumenta las HDL.
Fibratos.	Disminuyen los TG.
Ácidos grasos N-3 (omega).	Disminuyen los TG.
Estrógenos.	Previenen contra la cardiopatía coronaria.

Los ácidos grasos n-3 (omega) en dosis elevadas disminuyen los triglicéridos séricos. En los pacientes con enfermedad coronaria establecida reducen el riesgo a sufrir nuevos accidentes coronarios importantes.

En las menopáusicas los estrógenos solos o asociados a la progesterona se han utilizado en la prevención primaria y secundaria de la cardiopatía coronaria, aunque sus posibles efectos beneficiosos no se han observado en la última (Hulley *et al.*, 1998).

## 5.2. El ejercicio

El ejercicio es una medida esencial en la prevención y tratamiento de numerosas afecciones que mortifican a los seres humanos, debido a los considerables efectos beneficiosos que originan sobre los múltiples procesos fisiológicos que intervienen en la conservación de salud.

En lo referente a la aterosclerosis y a sus complicaciones, el ejercicio posee efectos específicos favorables, tanto en lo concerniente a las causas que la originan como a las consecuencias de las modificaciones producidas en los órganos y sistemas. Entre las primeras hay que destacar: las alteraciones del endotelio vascular, el aumento de la activación de las plaquetas, la elevación de los niveles de colesterol, la alteración del perfil de las lipoproteínas plasmáticas y la oxidación de las LDL, como las más importantes. Entre las segundas, las más significativas son: las afecciones

del sistema cardiovascular: la cardiopatía coronaria, el accidente cerebrovascular, la enfermedad vascular periférica, la hipertensión arterial, los trastornos del metabolismo como el SM y sus componentes: la obesidad y la diabetes, y por último, el sedentarismo. A éste se le asocia directamente con todas las entidades clínicas descritas, por lo que constituye la segunda causa de mortalidad en los países desarrollados.

### 5.2.1. Efectos del ejercicio sobre los factores causales de la aterosclerosis

Uno de los primeros factores que intervienen en la patogenia de la aterosclerosis es la disfunción del endotelio vascular y su consecuente disminución de la relajación vascular. En la iniciación de este mecanismo, el descenso del óxido nítrico (ON) constituye un factor de primordial importancia. Los resultados del trabajo de Higashi *et al.* (1999) muestran que el ejercicio aerobio de larga duración mejora la relajación vascular dependiente del endotelio a través de un aumento en la liberación del ON, tanto en quienes disfrutaban de una presión arterial normal como en los hipertensos.

En los hombres y mujeres de entre 60 y 80 años, el entrenamiento de fuerza disminuye significativamente los niveles séricos de homocisteína, un marcador de la disfunción endotelial (Vicent *et al.*, 2003).

La oxidación de las LDL produce un aumento de la activación de las plaquetas, lo que incrementa el riesgo a sufrir la obstrucción arterial por la formación de un trombo. Según Wang y Chow (2004), el entrenamiento disminuye la activación de las plaquetas, pero la pérdida de la forma física al disminuir el ejercicio, hace desaparecer los beneficios conseguidos con el esfuerzo.

En las personas mayores la peroxidación de las LDL aumenta los niveles de interleuquina-6, lo que vaticina la disminución de la movilidad y la iniciación de la aterosclerosis (Cesari *et al.*, 2005). Por otra parte, el ejercicio a través del gen interleuquina-6 (IL6)-174G/C, que estimula el aumento del HDL, ejerce el efecto contrario (Halverstadt *et al.*, 2005).

### 5.2.2. Efectos del ejercicio sobre las afecciones que acompañan a la aterosclerosis

El estilo de vida sedentario y la falta de forma física se hallan asociados al SM (Lakka *et al.*, 2003),

por lo que en los hombres, la fuerza muscular y la forma cardiorrespiratoria conseguidas con el ejercicio se correlacionan de forma inversa con el SM (Jurca *et al.*, 2004). La misma correlación se observa en las mujeres que realizan actividad física entre moderada e intensa (Irwin *et al.*, 2002).

Aunque el ejercicio aerobio suele ser el más utilizado en el tratamiento de los síntomas del SM, sin embargo, el entrenamiento progresivo de fuerza de gran intensidad, en combinación con la pérdida de peso corporal, resulta efectivo para mejorar el control glucémico en los pacientes mayores de ambos sexos (60-80 años) con diabetes tipo 2 (Dunstand *et al.*, 2002).

Para Stewart *et al.* (2005), en estas edades el adelgazamiento originado por el ejercicio es más importante que el buen estado de forma física para disminuir los factores de riesgo cardiovasculares, incluida la diabetes.

Es posible que la mejoría de la sensibilidad a la insulina causada por el ejercicio se deba al aumento de la actividad de la lipasa hepática expresada por el alelo del gen LIPC-541-C, alelo que se encuentra abundantemente distribuido en la población blanca (Teran-García *et al.*, 2005).

Los efectos beneficiosos producidos por el ejercicio en el SM son independientes de la edad, del consumo de tabaco y de la ingestión de bebidas alcohólicas (Rennie *et al.*, 2003).

En los pacientes afectados por la dislipemia aterogénica, el ejercicio puede disminuir la morbilidad y la mortalidad por cardiopatía coronaria (Szapary *et al.*, 2003).

En ambos sexos, tanto la actividad física realizada durante el tiempo libre como la total, se asocian de forma inversa con los factores de riesgo cardiovascular, y particularmente con el aumento de las LDL (Fransson *et al.*, 2003).

El favorable perfil de los factores de riesgo cardiovasculares de quienes habitualmente realizan ejercicio se atribuye a la pérdida de peso y a los efectos específicos de la actividad física. A la primera se la asocia con los niveles favorables de HDL-C y TG, mientras que a los segundos se la relaciona con los bajos niveles del CT, LDL-Col y apo B (O'Donovan *et al.*, 2005).

Aunque el ejercicio aerobio de mediana o ligera intensidad realizado a diario es efectivo para conservar la salud, sin embargo, según Murtagh *et al.*, (2005), pasear veinte minutos tres días por semana no es suficiente para modificar favorablemente los

factores de riesgo cardiovascular en los sedentarios adultos.

### **5.2.3. Los efectos del ejercicio sobre los niveles de las lipoproteínas plasmáticas**

El ejercicio de fuerza y el aerobio son las formas de actividad física más usualmente utilizadas para mejorar la salud y prevenir la enfermedad.

#### **Efectos del entrenamiento de fuerza (EF)**

A pesar de que el EF en los últimos años ha ido ganando importancia en la prevención, tratamiento y rehabilitación de numerosas enfermedades, incluidas las cardiovasculares, sin embargo en lo referente a sus efectos sobre las lipoproteínas plasmáticas los resultados distan mucho de ser efectivos. Así, ni los niveles de los triglicéridos ni los del colesterol parecen disminuir con el EF, sólo el trabajo de Goldberg *et al.* (1984) expone resultados favorables sobre el colesterol.

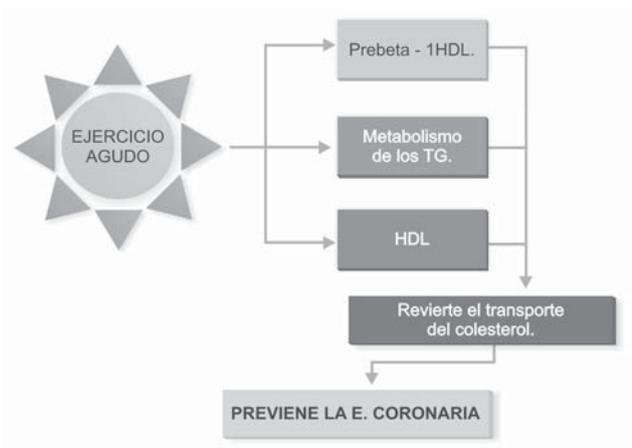
En cuanto a las lipoproteínas VLDL y LDL, aunque alguna publicación antigua mostraba efectos positivos del EF sobre sus niveles, los más modernos no lo confirman (Kokkinos *et al.*, 1991). En el caso de las HDL, el EF no las aumenta como sería lo deseable (Kokkinos *et al.*, 1991). Solamente un trabajo dice haber observado un aumento de las HDL-C (Hurley *et al.*, 1988).

#### **Efectos del ejercicio y el entrenamiento aerobio (EA)**

Tras lo expuesto en los párrafos precedentes se puede llegar a la conclusión de que el ejercicio aerobio es el que más requisitos reúne para prevenir la aparición de los procesos ligados a las alteraciones patológicas de las lipoproteínas (Figura 20.2).

En opinión de Kraus *et al.* (2002), parece que la mayor duración del entrenamiento semanal y no la intensidad, ni la mejoría de la forma física, es el tipo de actividad que mejores resultados produce sobre el perfil de las lipoproteínas.

El entrenamiento aerobio que consume entre 1.200 y 2.200 kcal/semana (Durstine *et al.*, 2002), pasear (Kelley *et al.*, 2005), subir 199 escalones cinco días por semana a una velocidad de 90 escalones por minuto (Boreham, 2005), realizar los suaves movimientos del Tai chi (Tsai *et al.*, 2003) y hacer flexiones con los músculos de los brazos, como las que realizan los enfermos afectados por lesiones de la médula espinal



**Figura 20.2.** El ejercicio aeróbico y la reversión del transporte de colesterol.

(El-Sayed y Younesian, 2005), cumplen el objetivo de mejorar las concentraciones de las lipoproteínas plasmáticas. Sin embargo en los niños, el ejercicio ligero no produce alteraciones significativas en el perfil de sus lipoproteínas (Tolfrey *et al.*, 2004).

Por el contrario, parece que el ejercicio aerobio de gran intensidad ejerce un efecto negativo, debido a la oxidación de las LDL originada por los radicales libres de oxígeno (RLO) producidos en exceso por este tipo de actividad. Las LDL modificadas por la oxidación (oxLDL) estimulan la aterogénesis y la inmunogénesis.

A pesar de que en los futbolistas profesionales existe un aparente estado normal antioxidante, sin embargo poseen elevados títulos de anticuerpos contra las oxLDL causados por el estrés oxidativo del entrenamiento (Klapcinska *et al.*, 2005).

La peroxidación de los lípidos y el daño muscular originado por el ejercicio exhaustivo afecta por igual a los dos sexos. Aunque este tipo de ejercicio puede aumentar la resistencia total del plasma o del suero a la acción de los oxidantes, sin embargo la resistencia de la fracción lipoproteica aterogénica a la oxidación puede estar disminuida (Kaikkonen *et al.*, 2002).

Pese a que en los futbolistas austriacos durante el periodo precompetitivo la concentración de antioxidantes en el suero es normal, no obstante, una vez iniciadas las competiciones, en la mitad de ellos los niveles de ascorbato y del peróxido del suero (marcadores de la oxidación) se elevan varias veces por encima de los valores normales (Schippinger *et al.*, 2002).

Quienes practican ejercicio intenso solamente una vez a la semana, pueden tener en reposo, o des-

pués del ejercicio, niveles más elevados de las LDL oxidadas que los jugadores de rugby entrenados, o los sedentarios (Chang *et al.*, 2002).

Además de las alteraciones descritas por la acción del ejercicio intenso, en los deportistas de alta competición se producen una serie de modificaciones negativas sobre el perfil lipoproteico, entre las que destacan: aumentos del CT (Aguilo *et al.*, 2003; Sgouraki *et al.*, 2004), de los TG (Aguilo *et al.*, 2003; Sgouraki *et al.*, 2004), de las LDL-C (Sgouraki *et al.*, 2004) y de las VLDL-C (Aguilo *et al.*, 2003), aunque también se origina un incremento de las HDL-C (Sgouraki *et al.*, 2004; Aguilo *et al.*, 2003), lo que supone un efecto positivo para la salud.

A pesar de que el ejercicio aerobio, y especialmente el intenso, puede producir daño oxidativo a las LDL, y en consecuencia aumentar el riesgo de aterosclerosis, sin embargo, para Herzberg (2004), debido a las numerosas modificaciones favorables originadas sobre las lipoproteínas, los efectos de la oxidación quedan compensados de sobra, por los beneficios producidos por la actividad física aerobia.

Aunque, en teoría, las personas de cualquier edad pueden beneficiarse de los efectos que el ejercicio aerobio causa sobre las lipoproteínas, parece que en los niños prepúberes y púberes un gasto adicional de 422 o 586 KJ/kg originado por el ejercicio aerobio de doce semanas de duración no produce alteraciones significativas en el perfil de sus lipoproteínas plasmáticas (Tolfrey *et al.*, 2004). En los mayores el ejercicio aerobio aumenta las HDL y disminuye el cociente Col-Total/HDL-C. En las mujeres el ejercicio aerobio incrementa el HDL-Col, a la vez que aminora el CT, el LDL-Col y los TG (Kelley *et al.*, 2004). Las mujeres mayores no se ven excluidas de estos beneficios (Park *et al.*, 2003).

En las afectadas por la menopausia, la terapia de sustitución hormonal, el entrenamiento físico y la favorable composición corporal se asocian positivamente con los niveles plasmáticos de los lípidos (Hagberg *et al.*, 2003). Según Weise *et al.* (2005), una sesión de ejercicio aerobio disminuye los TG en un corto periodo de tiempo.

### **Efectos específicos**

Los efectos específicos que el ejercicio o el EA ejercen sobre los diferentes grupos de lipoproteínas varían con cada uno de ellos.

### **Apolipoproteínas**

El entrenamiento habitual de los atletas mayores (master) modifica favorablemente los lípidos séricos y

los perfiles de las apolipoproteínas, lo que les reduce el riesgo a padecer la cardiopatía coronaria (Buyukyazi, 2005).

El entrenamiento de resistencia produce un aumento de la A-I según unos (Williams *et al.*, 1992), mientras otros no hallan tal cosa (Thompson *et al.*, 1988).

La mayor parte de los estudios publicados hace algunos años no hallaban diferencia alguna ostensible en los niveles de la A-II entre las personas entrenadas y las inactivas. Sin embargo, los más recientes como los de Wilund *et al.* (2002), Buyukyazi (2005) y Aronov *et al.* (2005), son más optimistas. Según el primero, el ejercicio de resistencia aumenta el tamaño medio y las concentraciones plasmáticas de las partículas de la lipoproteína AI (LpAI), pero no el cociente LpAI:AII. En opinión de Buyukyazi (2005), los atletas de edad mediana y las personas activas poseen niveles más elevados del cociente AI/AII que los sedentarios. En el de Aronov *et al.* (2005) se dice que el ejercicio moderado realizado en la bicicleta produce un aumento de las apo AI tanto en las personas normales como en las afectadas por la enfermedad coronaria.

Esto puede explicar los posibles aumentos en la reversión del transporte del colesterol y la mejoría que el ejercicio realiza sobre el riesgo cardiovascular (Wilund *et al.*, 2002).

En lo que se refiere a la acción del ejercicio sobre la apolipoproteína B y sus isoformas B-48 y B-100, son mayoritarios los trabajos que no encuentran modificación alguna de sus niveles con el entrenamiento, aunque según Alan *et al.* (2004), el ejercicio disminuye en los diabéticos del tipo 2 las VLDL apo B, y lo mismo sucede en los normales y en los enfermos coronarios (Aronov *et al.*, 2005), así como en los atletas y en las personas activas maduras (Buyukyazi, 2005).

Lo que sí parece ser cierto es que la dieta pobre en grasas, junto al ejercicio, disminuye la apo B en hombres, pero no en mujeres (Wood *et al.*, 1991).

Los trabajos sobre las apo C y E son muy escasos. No parecen existir diferencias en los niveles de las apo C-II y C-III entre los individuos físicamente activos y los inactivos, sean jóvenes o mayores (Tamai *et al.*, 1988).

Las apolipoproteínas E ejercen una gran influencia en la forma de actuación del ejercicio. El genotipo apo E de los individuos influye en la mejoría de la capacidad aerobia conseguida por la actividad física, y lo mismo sucede con la respuesta de los lípidos séricos al ejercicio (Thompson *et al.*, 2004). En esta última, además de las diferencias raciales, también contribu-

yen las sexuales y sociales. En las mujeres blancas portadoras de apo E2/3 y E3/3 se produce un aumento del HDL-C, cosa que no sucede en las que poseen el apo E4/4. En el trabajo de Leon *et al.*, (2004), el polimorfismo apo E no se asoció con el aumento de la VO<sub>2</sub> máx, ni en reposo, ni durante el ejercicio.

En lo que se refiere a las modificaciones que la actividad física ejerce sobre las apo E, no se han hallado diferencias entre los niveles observados en los corredores activos y los retirados, pero en ambos las concentraciones eran menores que en los sedentarios (Marti *et al.*, 1991).

### **Quilomicrones**

Los triglicéridos ingeridos con los alimentos se absorben en el intestino unidos a los quilomicrones. Una vez que alcanzan el torrente circulatorio, y por la acción de la LPL, se catabolizan en ácidos grasos, glicerol y remanentes de quilomicrones. Los remanentes interactúan con otras lipoproteínas y enzimas (HDL2 y CETP) con el fin de facilitar el intercambio de los triglicéridos por el éster del colesterol y transportarlo al hígado para su metabolismo. El colesterol y los ésteres del colesterol se metabolizan en el hígado y después, una parte de cuerpos obtenidos son devueltos al plasma junto a otras lipoproteínas, otra se transforma en ácidos biliares y se eliminan en la bilis y alguna se segrega en la secreción biliar como un esteroil neutro (Havel y Kane, 1991).

Los estudios realizados sobre la acción del ejercicio aerobio sobre los quilomicrones son escasos y no coinciden en sus resultados. En el trabajo de Weintraub *et al.* (1989), el entrenamiento durante siete semanas de un grupo de deportistas al que habían administrado una dieta rica en grasa, los quilomicrones del plasma disminuyeron un 37%, a la vez que se produjo un aumento de la actividad de la LPL. Es posible que en dicha disminución interviniese la activación de las LPL del tejido adiposo, del músculo y del corazón (Herbert *et al.*, 1975).

### **Colesterol**

En lo referente al colesterol, la opinión mayoritaria es que en los individuos físicamente activos, incluidos los atletas, los niveles de colesterol no difieren de los observados en los inactivos (Marti *et al.*, 1991; Thompson *et al.*, 1991). Sin embargo, los dos grupos de autores ya citados (Aguilo *et al.*, 2003; Sgouraki *et al.*, 2004) muestran ligeros aumentos del colesterol en los deportistas de alta competición tras realizar ejercicios de intensidad máxima.

### Triglicéridos

La hipertriglicerinemias postprandial o elevación de los triglicéridos sanguíneos después de las comidas, constituye uno de los mejores marcadores de la enfermedad coronaria. El aumento de la concentración de TG en ayunas es el principal determinante de la lipemia postprandial. En los pacientes con enfermedad coronaria tras la ingestión de una comida grasa los triglicéridos postprandiales son mucho más elevados que en los normales (Patsch *et al.*, 1992).

En los afectados por el síndrome metabólico en los que los niveles plasmáticos de los TG son normales, sin embargo, la lipemia postprandial es exagerada y se halla asociada a la EC. Teniendo en cuenta estos hechos, Kolovou *et al.* (2005) recomiendan siempre disminuir los niveles de TG observados en ayunas, en este tipo de enfermos (Kolovou *et al.*, 2005).

El ejercicio, además de disminuir las concentraciones de los triglicéridos, produce cambios en la composición de las especies de las lipoproteínas que influyen su metabolismo y capacidad aterogénica (Gill *et al.*, 2005).

La lipemia postprandial puede ser disminuida por una simple sesión de ejercicios. Cuando su intensidad es elevada, sus efectos son superiores a los originados por el ejercicio continuo (Altena *et al.*, 2004), dado que dicha disminución se correlaciona directamente con el grado de intensidad. En la limpieza de los TG originada por el ejercicio intervienen el aumento de la LPL y la disminución de la secreción de los TG por parte del hígado (Gill y Hardman, 2003).

El ejercicio realizado doce horas antes de ingerir una dieta grasa disminuye la hipertrigliceridemia postprandial en los hombres (Zhanng *et al.*, 2004). Cuando la actividad se lleva a cabo una hora antes, solamente el de moderada intensidad (no el de baja) disminuye la lipemia postprandial, sin que este efecto vaya asociado a modificación alguna en la actividad de la lipoproteína lipasa postheparínica (Katsanos *et al.*, 2004).

Los atletas de resistencia entrenados poseen bajos niveles de lipemia postprandial, pero este hecho desaparece con el desentrenamiento (Gill *et al.*, 2003).

El ejercicio también es útil para aminorar los niveles de los triglicéridos plasmáticos no relacionados con la hipertrigliceridemia postprandial (Park y Ransone, 2003).

La mayoría de los trabajos publicados muestra que quienes participan regularmente en programas de actividad física poseen bajas concentraciones plas-

máticas de triglicéridos (Marti *et al.*, 1991; Wood y Stefanick, 1990).

No obstante, en los ciclistas profesionales, al finalizar una carrera de 150 km se promueve un aumento de los triglicéridos (Aguilo *et al.*, 2003). Una situación similar acaece en otras disciplinas de alta competición, tras realizar un ejercicio de resistencia máximo (Sgouraki *et al.*, 2004).

### Lipoproteínas VLDL

Los triglicéridos endógenos, es decir, los sintetizados por el hígado o los provenientes de los almacenados en otros depósitos, se acoplan al núcleo de las VLDL para ser transportados a los tejidos periféricos. Por la acción de la LPL sobre el núcleo de triglicéridos, la molécula de VLDL se hidroliza y sus remanentes son eliminados de la misma forma que los de los quilomicrones. Sin embargo, a diferencia de lo que sucede con el catabolismo de estos últimos, en el caso de las VLDL se forma una lipoproteína de densidad intermedia (IDL), que después se hidroliza y transforma en otra molécula de LDL capaz de captar el colesterol y transportarlo hasta el receptor de la LDL.

Las concentraciones plasmáticas de las VLDL transportadoras de los triglicéridos (VLDL-TG) disminuyen con el entrenamiento aerobio (Gorski *et al.*, 1990; Park y Ransone, 2003). Aunque el mecanismo implicado en este proceso no es bien conocido, se presume que en el mismo pueden intervenir el aumento del catabolismo de los triglicéridos, la disminución de la síntesis y secreción de los mismos en el hígado, o la combinación de ambos.

Respecto a las VLDL que acarrean el colesterol (VLDL-C) sabemos que en algunas ocasiones (Després *et al.*, 1990), el ejercicio aerobio disminuye sus niveles plasmáticos, aunque a veces, como sucede con el ejercicio intenso, se produce el efecto contrario (Aguilo *et al.*, 2003).

De cualquier forma, el ejercicio moderado ejerce un efecto cuantitativo positivo sobre las VLDL superior al que origina sobre los quilomicrones (Gill *et al.*, 2005).

### Lipoproteínas LDL

Las lipoproteínas de baja densidad son las principales transportadoras del colesterol en la sangre (LDL-C), por lo que su aumento se le asocia al desarrollo prematuro de la enfermedad coronaria. Algunos de los estudios longitudinales relacionados con la acción del ejercicio aerobio sobre las LDL muestran una disminución de sus niveles, tanto en hombres como en mujeres (Després *et al.*, 1990).

En un trabajo publicado hace poco tiempo por Boreham y su grupo (2005), las mujeres sedentarias que subían escaleras, además de aumentar un 17,1% la  $VO_2$  máx, disminuyeron un 7,7% los niveles de las LDL.

Algunos estudios longitudinales no observan cambio alguno en los niveles de las LDL-C (Blumenthal *et al.*, 1991). Sin embargo, otros hablan de aumentos en los deportistas de alta competición. En el trabajo de Aguilo *et al.* (2003) el ejercicio intenso en ciclistas aumenta las concentraciones de LDL. En opinión de Sgouraki *et al.* (2004), una situación idéntica se produce en los luchadores, en los jugadores de baloncesto y en los corredores de larga distancia.

### **Lipoproteínas HDL**

La principal función de las lipoproteínas de alta densidad HDL consiste en invertir el transporte y la excreción del colesterol realizados por otras lipoproteínas. A diferencia de las VLDL y las LDL, las HDL transportan el colesterol desde los tejidos al hígado y lo transforman en ácidos biliares. La pequeña y densa partícula HDL3 se sintetiza en el hígado y en el intestino, o se produce por la acción de la lipoprotein lipasa (LPL). Una vez ingresada en la sangre y por la acción de la lecitina: colesterol aciltransferasa (LCAT), se transforma en HDL2, aunque posteriormente ésta, mediante la colaboración de la proteína transportadora del éster del colesterol (CETP) y de la lipasa hepática (HL), vuelve a convertirse en HDL3.

Existe gran controversia sobre la influencia que el ejercicio aerobio posee en la modificación de los niveles de las HDL, en el momento en que la misma se produce y en la intensidad necesaria para conseguirlo.

Es un hecho bien conocido que la respuesta de los niveles del HDL-C y sus subdivisiones al ejercicio difiere entre los distintos individuos, debido probablemente a la variación genética y las interacciones que los genes llevan a cabo con la propia actividad física. Según Halverstadt *et al.* (2003), el genotipo LIPG (gen de la lipasa endotelial) es el responsable de la variabilidad individual de los niveles de HDL-C originada por el ejercicio aerobio.

Aunque, en general, se considera que el ejercicio aerobio de mediana intensidad modifica favorablemente (los aumenta) los niveles de las HDL en los individuos activos, en lo que se refiere a los deportistas de alta competición, las cosas no están tan claras. Los trabajos transversales realizados en los atletas se muestran unánimes al considerar que el entrenamiento aerobio disminuye entre un 20 o un 30% los

niveles de HDL (Marti *et al.*, 1991), y que en dicha disminución existe una relación dosis respuesta (Wood y Stefanick, 1990). Los longitudinales, no se hallan todos de acuerdo, aunque predominan los que hablan de elevaciones (Thompson *et al.*, 1988), frente a los que presentan descensos (Després *et al.*, 1988; Nye *et al.*, 1981).

La misma discrepancia existe en considerar la acción del ejercicio sobre las HDL de los mayores, donde los que están a favor de los efectos positivos son mayoritarios, frente a los que han hallado efectos negativos.

Según Kelley *et al.* (2005), en los mayores, el ejercicio aerobio, además de aumentar las HDL, disminuye el cociente Col-Total/HDL-C.

En los habitantes de Arabia Saudí (hombres y mujeres) que realizan actividad física entre moderada e intensa se produce un aumento del HDL-C y una disminución del IMC. Sin embargo, el incremento de las HDL-C no alcanza el nivel suficiente para protegerles de las afecciones cardiacas, si no realizan a la vez una dieta apropiada (AL-Ajlan y Medí, 2005).

Aunque las modificaciones de los lípidos y las lipoproteínas causadas por el ejercicio aparecen en los días posteriores al ejercicio, sin embargo, también se observan elevaciones de las HDL-Col y HDL2-Col inmediatamente después de finalizado el esfuerzo (Ferguson *et al.*, 2003).

El ejercicio realizado en el umbral de lactato (gasto de 350 kcal) altera favorablemente el perfil lipídico. A las 24 horas de iniciado se produce un aumento del HDL y una disminución de los TG y de las VLDL. Según Park y Ransone (2003), el ejercicio agudo aerobio efectuado a la intensidad citada puede ser la forma más efectiva para promover el aumento de las HDL.

### **Subdivisiones de HDL**

El hecho más importante que disminuye el riesgo de la enfermedad coronaria (EC) relacionado con el ejercicio es el aumento de las HDL y especialmente las especies de la subpartícula prebeta-1 HDL. Esta partícula desempeña una notable función en los momentos iniciales de la reversión del transporte del colesterol (RCT).

La prebeta-1HDL y el metabolismo de los triglicéridos unidos al HDL son los responsables de los efectos del ejercicio agudo sobre el RCT, y los que previenen la aparición de la EC (Jafari *et al.*, 2003).

En los corredores de resistencia se observan altos niveles de HLD2-C y bajos de HLD3-C comparados

con los inactivos (Durstine *et al.*, 1987), y su elevación se correlaciona con el tiempo empleado en la carrera.

En otro trabajo se asegura que el ejercicio regular puede aumentar los efectos de una dieta baja en grasa y aumentar la concentración de las HDL2-C en los hombres con sobrepeso, después de haber transcurrido un año con la dieta y el ejercicio (Wood *et al.*, 1991).

### 5.2.4. Mecanismos que intervienen en el metabolismo de las lipoproteínas por la acción del ejercicio

Los mecanismos que intervienen en la modificación del metabolismo de las lipoproteínas por la acción del ejercicio son muy numerosos (Figura 20.3). Entre ellos se pueden citar: la composición de la dieta, la masa grasa del organismo (adiposidad), la pérdida de peso, las modificaciones del volumen plasmático y la actividad de las enzimas y las hormonas. Todos ellos colaboran en las modificaciones que el ejercicio produce sobre la síntesis, el transporte y la limpieza de los lípidos y las lipoproteínas plasmáticas (Durstine y Haskell, 1994). En este apartado se estudian los mecanismos enzimáticos: la lipoprotein lipasa, la lipasa hepática, la lecitina: colesterol aciltransferasa (LCAT), la proteína transportadora del éster del colesterol (CETP) y la inversión del transporte del colesterol.

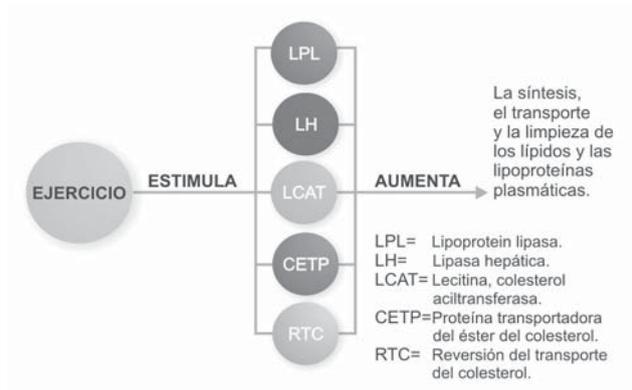


Figura 20.3. Ejercicio y metabolismo de lipoproteínas.

#### Lipoproteinlipasa

La lipoproteinlipasa (LPL) es la enzima implicada en la eliminación de los lípidos contenidos en las moléculas de los quilomicrones y de las VLDL. Su principal función consiste en hidrolizar los triglicéridos y liberar a los ácidos grasos y al glicerol contenidos en el compartimiento vascular, o utilizarlos como

sustrato en el metabolismo energético. Esta enzima se halla ubicada en las paredes de los capilares sanguíneos y se sintetiza en el tejido muscular y en el adiposo, para lo que utiliza los fosfolípidos de las proteínas y la apo C.

Una pequeña proporción de los ácidos grasos liberados circula en el plasma unida a la albúmina, en tanto que la mayor parte se dirige a los tejidos periféricos y al hígado. El transporte de los lípidos desde el hígado a los tejidos periféricos y viceversa se realiza mediante una serie de reacciones metabólicas en las que intervienen todas las lipoproteínas (Havel y Kane, 1995).

Con independencia de las modificaciones producidas en el ARN mensajero del gen que regula la LPL, las señales inhibitorias de la inactividad física ejercen una poderosa influencia en la regulación de la actividad de la enzima en los capilares (Hamilton *et al.*, 2004).

El hecho de que en las ratas la inactividad física intervenga en la supresión de la actividad de la LPL en el músculo esquelético (Zderic y Hamilton, 2005), hace sospechar a los investigadores que el ejercicio sea capaz de aumentar la actividad de dicha enzima.

En los humanos, 24 horas después de la realización de una tanda de ejercicio aerobio, la actividad de la LPL se encuentra todavía aumentada, siendo la magnitud del incremento observado similar en los hiperlipidémicos y en los normolipidémicos. En la población sedentaria con o sin hiperlipidemia las variables relacionadas con la inversión del transporte de colesterol no se modificaron después de las 24 horas de cesado el ejercicio (Zhang *et al.*, 2002).

Como sugieren Oscai *et al.* (1990), entra dentro de lo posible que el aumento del consumo de energía originado por el ejercicio sea el mecanismo a través del cual se produzca el aumento de la actividad de la LPL.

El agotamiento de los depósitos de los triglicéridos musculares por el ejercicio aerobio es capaz de provocar la síntesis y/o la secreción de la LPL en las células musculares, lo que sugiere que el ejercicio aerobio ejerce sus efectos sobre la LPL localizada en estas células y no en las de otras estructuras (Kiens y Lithell, 1989). Sea cual fuere la LPL involucrada en el proceso (la muscular, la cardíaca o la del tejido adiposo), lo cierto es que el aumento de la actividad consecutiva al ejercicio es la causa principal de la elevación de los niveles plasmáticos de las HDL y de los efectos protectores contra los factores de riesgo coronarios.

### **Lipasa hepática**

La lipasa hepática (HL) se halla ubicada en la superficie endotelial del tejido hepático y su función esencial consiste en promover la conversión de las VLDL en LDL, y en depurar los remanentes de los quilomicrones, además de transformar las HDL2 en HDL3. Aunque los trabajos antiguos mostraban poco o ningún efecto del entrenamiento de fuerza o de resistencia sobre el aumento de la actividad de la HL hepática, en los más recientes, como en el publicado por Teran-García *et al.* (2005), se asegura que, en respuesta al ejercicio regular, el alelo del gen de la lipasa hepática LIPC-514C se asocia a una mayor actividad de dicha enzima, tanto en el estado sedentario como durante el ejercicio, y a un aumento de la sensibilidad a la insulina en personas de raza blanca y negra. Este hecho es muy importante, ya que los beneficios de un programa de ejercicios para mejorar la sensibilidad a la insulina pueden extenderse a un gran número de ciudadanos, dada la gran frecuencia con la que este alelo se halla distribuido en la población y particularmente en la blanca.

### **Lecitina: colesterol aciltransferasa**

La lecitina: colesterol aciltransferasa (LCAT) se encuentra en la superficie de las partículas de las lipoproteínas plasmáticas, consistiendo su función en catalizar la transferencia de los ácidos grasos del plasma desde la lecitina al colesterol, para lo que utiliza como cofactor a las apo A1 (Havel y Kane 1995). De este modo, el colesterol esterificado puede moverse libremente en el núcleo de las HDL3, lo que facilita la transferencia de esta molécula desde las membranas celulares a la superficie de las lipoproteínas (Williams *et al.*, 1990). La enzima circula en el plasma unida a las HDL.

Aunque no todos los autores están de acuerdo, algunos aseguran que el entrenamiento de resistencia aumenta la actividad de la LCAT en los deportistas (Gupta *et al.*, 1993), en los jóvenes (Mariniemi *et al.*, 1982) y en los hombres maduros (Mariniemi y Hietanen, 1982), lo que contribuye al aumento de la síntesis de las HDL2-C.

### **Proteína transportadora del éster del colesterol**

La proteína transportadora del éster del colesterol (CETP) promueve la transferencia del éster del colesterol desde la partícula HDL2 a los remanentes de los quilomicrones y de las VLDL, al que intercambia por triglicéridos. De esta forma, la CETP, a través del gen que la produce, facilita la eliminación de triglicéridos del plasma y regula la proporción entre el colesterol, libre y el esterificado (Bernstein *et al.*, 2003). El colesterol, tras ser aceptado por estas lipoproteínas, o bien sufre la degradación en el hígado o se acumula en los tejidos.

Como sucede con otros trabajos relacionados con la acción del ejercicio sobre las lipoproteínas, los autores no coinciden en los resultados, pues mientras que alguno habla de un aumento de la actividad de la CETP en los atletas entrenados (Gupta *et al.*, 1993), otro consigna una disminución tras el entrenamiento de resistencia (Seip *et al.*, 1993). Tampoco parece que el ejercicio modifique los efectos que el polimorfismo del gen CEPT ib-629 A-C origina sobre los lípidos y las lipoproteínas, al menos en los individuos sedentarios (Bernstein *et al.*, 2003).

### **Inversión del transporte del colesterol**

La principal razón por la que las personas físicamente activas poseen altos niveles de HDL, es el aumento de la formación de estas lipoproteínas a partir de los lípidos celulares y de las apo A-I (Olchawa *et al.*, 2004), lo que seguramente es debido a la inversión del transporte del colesterol.

El aumento de la extracción del colesterol contenido en los tejidos periféricos de las personas que realizan actividad física regular se confirmó por Gupta y su equipo en 1993 en un grupo de atletas. Estos autores observaron un aumento de la masa de colesterol libre transportado desde un cultivo de fibroblastos al suero de los deportistas. El transporte neto de la masa de colesterol se correlacionó positivamente con las actividades de la CETP y la LCAT.

# Obesidad y ejercicio físico

Carmen Villaverde Gutiérrez, Gema Torres Luque y Jesús Ramírez Rodrigo

## OBJETIVOS

- Conocer la prevalencia de obesidad en la población española.
- Conocer los diferentes métodos para valorar la composición corporal.
- Manejar adecuadamente los criterios diagnósticos de sobrepeso y obesidad.
- Identificar los factores implicados en el trastorno ponderal.
- Describir las consecuencias derivadas del exceso ponderal.
- Valorar la complementariedad de las diferentes opciones terapéuticas.
- Analizar la importancia del ejercicio físico en la prevención primaria y secundaria de la obesidad.

## 1. INTRODUCCIÓN

La obesidad es una enfermedad crónica, multifactorial, de prevalencia creciente, que junto con el sobrepeso, afecta a más de la mitad de la población en los países desarrollados, por lo que ha sido considerada, por la International Obesity Task Force (IOTF) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), como la epidemia del siglo XXI (WHO, 2000, 2003).

El incremento que se viene produciendo se debe fundamentalmente a dos factores: 1) al consumo excesivo de alimentos de gran contenido calórico y 2) a la disminución de la actividad física, imponiéndose un estilo de vida cada vez más sedentario. Las consecuencias trascienden lo puramente estético para adquirir su auténtica dimensión en relación con las complicaciones metabólicas y cardiovasculares, de gran repercusión económica y sociosanitaria, lo que justifica sobradamente la convergencia de esfuerzos hacia la prevención primaria y secundaria. La educación para el control ponderal debe implicar tanto a los individuos como a sus familias, siendo clave la terapia familiar para prevenir la obesidad en la infancia y adolescencia.

## 2. CONCEPTO DE OBESIDAD. EPIDEMIOLOGÍA

Etimológicamente la palabra obesidad procede del griego (*ob* = exceso, *edere* = comer) y hace referencia a uno de los principales factores etiológicos, el consumo excesivo de alimentos de gran contenido calórico. La obesidad se define como un exceso de grasa corporal o tejido adiposo. El exceso de alimentos, ya sean grasas, proteínas o carbohidratos, se deposita en forma de grasa, como reserva de energía, provocando un aumento del tejido adiposo, que se suele acompañar de un aumento consecutivo del peso corporal respecto al que correspondería por edad, talla y género.

La obesidad es consecuencia de un aporte de energía superior al gasto que realiza la persona. Por cada 9,3 calorías que exceden de las necesidades del organismo, se almacena un gramo de grasa. El exceso de grasa corporal acumulada repercute negativamente en la salud, considerándose la obesidad, en la actualidad, como una enfermedad metabólica crónica, de etiología multifactorial y de gran relevancia para la salud pública, por su alarmante prevalencia en continuo aumento y por sus consecuencias de morbimortalidad

y disminución de la calidad de vida, sin olvidar su elevado coste socioeconómico. En España los datos del estudio Delphi cifran el coste de la obesidad en el 6,9% del gasto sanitario.

Los datos epidemiológicos disponibles indican un aumento progresivo de la prevalencia de obesidad en los países occidentales. En EEUU, donde el incremento es más elevado, las cifras de obesos se aproximan al 50% en la población mayor de 40 años, con un alarmante incremento en población pediátrica según el último estudio NHANES (1999-2002), en el que sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes siguen progresando, alcanzando valores del 16% para obesidad y del 30% para sobrepeso. En Europa la prevalencia de obesidad establecida, según el proyecto MONICA de la OMS, supera el 10%, siendo mayor en los países mediterráneos y del este de Europa, en comparación con los países del norte y centro-oeste. La prevalencia de obesidad en España en la última década sigue también un patrón ascendente. Tomando como punto de referencia datos de la Encuesta Nacional de Salud (ENS) publicados en 1994, basados en los datos autoinformados por los encuestados de peso y talla, la frecuencia de obesidad para la población española mayor de 20 años fue del 7,8%, aumentando progresivamente como informan los sucesivos documentos de la Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO), que también utilizaron por consenso las medidas de peso y talla, aunque reales y no autoinformadas. El estudio SEEDO 97 estimó que la frecuencia de obesidad para el conjunto de la población entre 25 y 60 años era del 13,4%, el 11,5% de varones y el 15,20% de mujeres, alcanzando la suma de sobrepeso y obesidad al 58,9% de varones y 46,8% de mujeres, cifras muy similares a las de otros países mediterráneos, superiores a Centroeuropa, e inferiores a EEUU. Estos datos coinciden con los informados por la ENS (2003), aunque para todos los grupos de edad hasta alcanzar los 45 años, la frecuencia de obesidad es superior en varones, y es a partir de esta edad cuando se invierte la prevalencia. En los sujetos mayores de 65 años, la obesidad experimenta un incremento significativo en relación con individuos más jóvenes, estimándose en un 35% (30,9% en varones y 39,8% en mujeres), aumento que se mantiene hasta el umbral de los 75 años.

La obesidad también aumenta de forma alarmante en la población infantil y juvenil española. El estudio ENKID realizado en una muestra aleatoria representativa de la población española de 2-24 años, arrojó la cifra del 13,9% de obesos, siendo algo superior el

porcentaje de varones que de mujeres, alertando los autores sobre los estilos de vida que podrían favorecer esta situación.

**Tabla 21.1.** Prevalencia de obesidad en la población adulta española por regiones. (SEEDO 2000).

Región	Varones (%)	Mujeres (%)
Norte.	11,5	16,7
Noroeste.	21,5	21,7
Noreste.	8,6	14,1
Centro.	9,3	13,8
Levante.	13,1	16,5
Sur.	17,5	19,1
Canarias.	14,1	19,2

La evolución temporal de la obesidad en adultos (ENS 1987-1997) refleja un aumento en torno al 5%. En los varones entre 55 y 64 años la sobrecarga ponderal ha aumentado un 8% y en las mujeres mayores de 65 años ha pasado del 16,3 al 25,4% en el mismo periodo. Este aumento de la obesidad ha sido más acusado en las personas con menor nivel educativo. En líneas generales, parece que en la última década la obesidad ha aumentado en mayor medida en varones que en mujeres, en las que el incremento se estima en torno a un 1%, por una compensación entre las mujeres con mayor nivel educativo.

Los estudios de seguimiento realizados en algunas comunidades autónomas, como el estudio DORICA, refieren también el aumento creciente de obesidad en España, que alcanza al 15,6%, de las mujeres y al 24% de los hombres entre 25-60 años, con un alarmante incremento en las mujeres en torno a la edad de menopausia (45-54 años), del 26,4%, que llega al 34,2% a partir de los 55 años. Las comunidades con más alta prevalencia son Andalucía y Murcia, con porcentajes entre 18-25%, y las más bajas Cataluña y Aragón, con cifras entre 8-14%.

En resumen, la prevalencia de obesidad en España se sitúa en un punto intermedio entre los países del norte de Europa, Francia y Australia, con las proporciones de obesidad más bajas, y EEUU y los países del este europeo, que presentan en la actualidad las tasas más elevadas (IOTF, 2004). La base de datos del índice de masa corporal (IMC = peso en kg/talla en m<sup>2</sup>) de la OMS refleja que en la actualidad al menos 300 millones de adultos son clínicamente obesos, y en países como EEUU y el Reino Unido, más del 20% de su población presenta valores del IMC de 30 kg/m<sup>2</sup> o superiores, es decir, más del 20% de sus ciudadanos son obesos.

### 3. BALANCE ENERGÉTICO Y OBESIDAD. REGULACIÓN DE LA INGESTA DE ALIMENTOS Y ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA

Las funciones vitales del organismo requieren energía. La energía que el organismo utiliza procede de tres fuentes: glúcidos, proteínas y grasas. La capacidad de almacenar los azúcares en forma de glucógeno, igual que la de proteínas, es limitada. Sólo los depósitos de grasa se pueden expandir con facilidad para almacenar cantidades superiores a las necesidades. Los alimentos que no se consumen como energía, se almacenan, y por lo tanto, la grasa es la principal fuente de almacén y origen de la obesidad. El balance energético de un individuo depende de su ingesta y de su gasto energético; desequilibrios en este balance se traducen en ganancia de peso —comúnmente en forma de tejido adiposo—, o en una disminución del peso corporal (Figura 21.1).

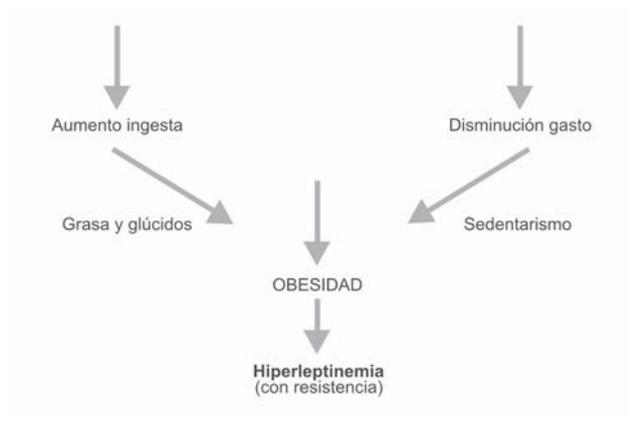


Figura 21.1. Causas de la obesidad.

El requerimiento energético estimado (REE) —*estimated energy requirement* (EER)— se define como la ingesta dietética de energía necesaria para mantener el balance energético en adultos sanos de una determinada edad, sexo, peso, talla y nivel de actividad física, coherente con un buen estado de salud. Para calcular el REE, se han desarrollado ecuaciones de predicción para individuos de peso normal (IMC desde 18,5 a 25 kg/m<sup>2</sup>) y edades de 0 a 100 años.

El gasto energético diario se distribuye de la siguiente forma:

- Tasa de metabolismo basal (TMB).
- Efecto térmico de los alimentos (ETA).

- Termorregulación.
- Actividad física.

#### Metabolismo basal

La TMB se refiere al gasto energético que ocurre en el estado de vigilia y reposo absoluto, previo ayuno de 12-16 horas y en ambiente térmico neutral. En esta situación se considera que la alimentación y la actividad física tienen una influencia mínima sobre el metabolismo. La TMB refleja la energía necesaria para mantener el metabolismo celular y de los tejidos, además de la energía necesaria para mantener la circulación sanguínea, la respiración, el mantenimiento de la temperatura central, etc. Representa el 60-70% del gasto total de energía. Existen variaciones individuales, que en ausencia de enfermedad se deben a diferencias de tamaño y composición corporal. El principal factor que determina el consumo de energía en reposo es la masa magra como tejido metabólicamente activo, lo que determina las variaciones individuales. La pérdida de masa magra con la edad guarda relación con la disminución progresiva de la TMB, pudiendo atenuarse este efecto deletéreo con el ejercicio físico. Las mujeres con mayor proporción de masa grasa, tienen una TMB inferior a los hombres.

#### Efecto Termogénico de los Alimentos (ETA)

Representa la menor proporción del gasto calórico. La ingesta de alimentos produce un incremento en el gasto energético. La intensidad y la duración del ETA inducido por la dieta viene determinado fundamentalmente por la cantidad y composición de los alimentos ingeridos, debido al coste de energía necesario para la digestión, absorción y almacenamiento de los nutrientes ingeridos y por el efecto termogénico de los alimentos en forma de termogénesis adaptativa. El incremento en gasto energético durante la digestión, sobre los niveles basales, dividido por el contenido energético del alimento consumido, varía 5-10% para los carbohidratos, 0-5% para las grasas, y 20-30% para las proteínas, que refleja el relativamente alto coste metabólico, necesario para procesar los aminoácidos, producto de la digestión de las proteínas ingeridas. La termogénesis adaptativa es una forma de gasto energético en forma de calor que tiene lugar en el tejido adiposo pardo, y que cumple un importante papel en algunos mamíferos, sobre todo en los que hibernan. En el hombre la grasa parda sólo está presente en los recién nacidos y en una mínima proporción en los adultos. El tejido adiposo pardo o marrón está altamente especializado en la producción de calor. Está muy vascularizado, y en sus mitocon-

drias la llamada proteína de desacoplamiento de la grasa parda UCP1 desacopla la fosforilación oxidativa, facilitando la conversión de energía en calor.

### **Termorregulación**

Los mamíferos regulan su temperatura corporal dentro de límites estrechos. Este proceso denominado termorregulación representa un mecanismo de eficacia para el trabajo celular, y consiste en un ajuste riguroso de la temperatura de forma continuada, por lo que supone un gasto energético adicional en el que la temperatura ambiental parece tener poca influencia.

### **Actividad física**

El gasto energético en actividad física es aproximadamente un tercio de la energía diaria consumida, aunque se trata sólo de una aproximación ya que varía ampliamente entre individuos. Depende de factores como la composición corporal, intensidad y duración del ejercicio físico realizado. El aumento de la actividad física incrementa el gasto de energía y reduce el depósito de grasa, siendo un importante mecanismo de control ponderal, ya que la actividad muscular está implicada tanto en las actividades laborales (incluidas las tareas del hogar) como en las deportivas y de ocio. No obstante, este punto se trata específicamente más adelante.

### **Regulación de la ingesta de alimentos y almacenamiento de energía**

El exceso de energía ingerida se almacena principalmente en forma de grasa, mientras que el déficit se compensa con la pérdida de masa corporal. Los factores que contribuyen a regular el balance energético son múltiples y de distinta naturaleza, pasando desde los factores genéticos a los medioambientales a través de los complejos sistemas de control fisiológico que ajustan la ingesta de alimentos a las demandas de energía relacionadas con la actividad muscular, con el objetivo de mantener relativamente constante la masa muscular.

En la regulación del gasto energético y de la ingesta participan el sistema nervioso, el sistema digestivo y el adipocito, cuya función como célula de almacén de energía en forma de triglicéridos se ha visto sustituida por la de una célula altamente diferenciada con funciones de almacenamiento y liberación de energía, y funciones endocrino metabólicas, cuyo diámetro puede aumentar hasta veinte veces, y su volumen mil.

El adipocito secreta una serie de sustancias con diferentes funciones y con implicaciones clínicas importantes, como el factor de necrosis tumoral alfa,

proteína C, molécula de adhesión intercelular, factor de VVV, angiotensinógeno, inhibidores del activador del plasminógeno, adiponectina, etc. Es, sin embargo, el descubrimiento de la leptina y de los genes que regulan su producción desde el adipocito, lo que ha originado la gran revolución en el conocimiento de la regulación ingesta-gasto y, por lo tanto, en la evaluación de la obesidad aun cuando quede todavía gran parte del camino por recorrer. Así, los estímulos periféricos actúan como señales aferentes que se integran en el SNC dando lugar a respuestas adecuadas para equilibrar apetito y saciedad, configurando una red de conexiones estratégicas en las que juegan un importante papel órganos de los sentidos, hipotálamo, SN vegetativo, neurotransmisores y hormonas.

Los estímulos olfatorios y gustativos producidos por los alimentos participan en la regulación de la ingesta. Estas señales periféricas son integradas en el sistema nervioso con la consecuente liberación de neurotransmisores que pueden aumentar o disminuir la ingestión de alimentos. De ellos uno de los más estudiados es la serotonina. Los receptores de serotonina modulan tanto la cantidad de alimento como la selección de los macronutrientes. Su estimulación en el hipotálamo, reduce la ingestión en general y de grasas en particular, con poco efecto sobre carbohidratos y proteínas. El neuropéptido Y aumenta la ingestión de alimentos y es el más potente de los neurotransmisores de acción anabólica. El sistema de la melancortina y los receptores opiáceos también reducen la ingestión con especificidad para las grasas.

La estimulación del hipotálamo lateral, “centro del hambre”, conduce a hiperfagia, mientras que su inhibición provoca el rechazo de alimentos o afagia. Por su parte, la estimulación del hipotálamo medial, “centro de la saciedad”, produce afagia, mientras que su inhibición provoca hiperfagia y obesidad que se acompaña de aumento en la secreción de insulina y cambios de comportamiento que inducen al sedentarismo.

La regulación de la alimentación se realiza de forma inmediata, por mecanismos a corto plazo para evitar la sobrealimentación en cada comida, y de forma tardía para asegurar el depósito de energía dentro de límites fisiológicos.

Los mecanismos a corto plazo se relacionan con la cantidad y tipo de alimentos. Entre ellos se encuentran factores mecánicos, metabólicos y endocrinos que actúan como retroinhibidores rápidos. Entre otros cabe señalar: la distensión gastroduodenal transmitida por vía vagal al centro de la saciedad, para disminuir

el apetito; la secreción de colecistocinina (CCK) estimulada por la presencia y composición del quimo en el duodeno y la secreción de insulina y glucagón pancreáticos, a través de la estimulación entero-insular, que intensifican la sensación de saciedad.

Una vez que los nutrientes procedentes de la digestión son absorbidos en el intestino, la concentración sanguínea de glucosa, aminoácidos y algunos ácidos grasos estimulan las neuronas de los núcleos ventromedial y paraventricular del hipotálamo que constituyen el centro de la saciedad, inhibiendo a su vez las neuronas del hipotálamo lateral o centro del hambre. Además, neuronas de los núcleos dorsomediales del hipotálamo responden a la tasa de utilización de biomoléculas por las células, para la obtención de energía.

Cuando los depósitos de energía del organismo descienden por debajo de un límite considerado como normal, se estimulan las neuronas del centro del hambre hipotalámico y otras zonas encefálicas relacionadas con la ingesta, mientras que el aumento de la grasa de depósito estimula el centro de la saciedad.

El hipotálamo detecta el depósito de energía a través de la leptina, sintetizada fundamentalmente en los adipocitos, que aumenta en relación al incremento de tejido adiposo, actuando sobre las neuronas de los núcleos hipotalámicos arqueado y paraventricular. Las acciones biológicas de la leptina disminuyen los depósitos de grasa, inhibiendo el apetito a través de la disminución en la secreción por el hipotálamo del neuropéptido Y, un potente estimulador del apetito y de la estimulación de la secreción de pro-opio-melanocortina (POMC) precursor de la alfa melanotropina que reduce la ingestión de alimentos. También produce estimulación simpática que reduce la ingesta de alimentos y la secreción de insulina, disminuyendo el depósito de energía al aumentar su consumo. La leptina tiene una clara interacción con la insulina y es un factor significativo en el desarrollo de la resistencia insulínica que se desarrolla en la obesidad.

La leptina actúa como un mensajero de los adipocitos, para indicar al encéfalo que el almacén de energía es suficiente y por lo tanto no resulta necesario ingerir más alimentos. No obstante, en la mayoría de los obesos se observa hiperleptinemia acompañada de hiperfagia, sin alteración del receptor para leptina, lo que se explica por una alteración del transportador de la hormona, que disminuye la proporción de leptina que se une al receptor hipotalámico, además de los posibles problemas pos-receptor que también podrían estar implicados.

Finalmente, la temperatura corporal actúa de forma inversamente proporcional a la ingesta de alimentos debido a la interacción entre las áreas hipotálamicas implicadas en el control de ambos procesos.

En resumen, los mecanismos que actúan para mantener el peso y la composición corporal a lo largo del tiempo, están mediados por la acción del hipotálamo sobre el SN vegetativo y por la secreción de diferentes hormonas que controlan el metabolismo intermediario. Numerosos trabajos sugieren que en el hipotálamo existe un centro regulador del peso o *set point* que ajustaría el peso de cada persona, permitiendo su estabilización cuando la ingesta se realiza a demanda. Entre las hormonas que participan en la regulación a medio y largo plazo se encuentran, las hormonas tiroideas, hormonas sexuales, hormona del crecimiento, glucocorticoides e insulina, cuyas acciones en ocasiones antagónicas pero complementarias, se ejercen fundamentalmente sobre hígado, músculo y tejido adiposo.

#### 4. ETIOPATOGENIA. VALORACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE GRASA CORPORAL EN LA OBESIDAD

Con los conocimientos actuales de fisiología, genética, biología molecular y los estudios epidemiológicos evidenciales, es posible plantear la etiopatogenia de la obesidad como un fenómeno complejo, aunque a simple vista, la teoría de un aumento crónico de la ingesta en relación con el gasto resulta simple, la obesidad es un trastorno específico y heterogéneo por su origen, en el cual están implicados factores genéticos y ambientales.

En la actualidad están adquiriendo cada vez mayor importancia los factores ambientales y estilos de vida en el desarrollo de la obesidad, aunque no se debe olvidar que los hábitos dependen de una compleja regulación neuroendocrina que a su vez está influenciada por más de un centenar de genes. La participación genética ha sido demostrada tanto en animales de experimentación como en el hombre; se trata de una herencia de carácter multigénico que puede expresarse ante diversas influencias medioambientales, que actuarían como factores extrínsecos o desencadenantes. Aunque el peso de la herencia está bien establecido por estudios realizados en gemelos homocigóticos, en los que, aun creciendo por sepa-

rado, sus pesos siempre son parecidos y que el peso de los hijos casi siempre es similar al de sus padres incluso cuando se trata de hijos adoptados, resulta evidente que los cambios genéticos no se producen en tan cortos periodos de tiempo, y por otra parte, es sobre los factores ambientales y estilos de vida sobre los que se puede intervenir para evaluar sobrepeso y obesidad y establecer criterios diagnósticos y de intervención terapéutica.

Así pues, en la etiología de la obesidad primaria juegan un papel determinante los factores genéticos, implicados en la alteración de los mecanismos de regulación del peso y composición corporal en los que a su vez pueden estar implicados tanto alteraciones neuroendocrinas como psicológicas, estas últimas consecutivas a una forma adquirida de compensar el estrés con la comida o incluso a influencias educativas en los hábitos de alimentación desarrollados en la infancia y mantenidos de por vida. La nutrición excesiva en la infancia tiene repercusiones importantes en la formación de nuevos adipocitos, cuyo número se multiplica rápidamente en la infancia, siendo hasta tres veces superior en los niños obesos. Después de la pubertad el número se mantiene constante hasta el final de la vida, pero cuando el número de adipocitos es mayor, el depósito de grasa será mayor, por mecanismos de autorregulación del propio tejido adiposo. Finalmente, hay factores que actúan de forma circunstancial sobre los genes y sobre los factores ambientales, favoreciendo el desarrollo de obesidad, como puede ocurrir durante el embarazo, con el empleo de algunos fármacos o bien durante la evolución de algunas enfermedades en las que se encuentre comprometida la adecuada realización de actividad física.

### Valoración del grado de sobrepeso

Existen diferentes métodos para estimar la distribución de la grasa corporal, pero son los métodos antropométricos los más utilizados en la clínica habitual. De ellos la relación peso/talla en niños y el índice de masa corporal (IMC) en adultos, son los indicadores de elección para la valoración inicial de adiposidad corporal, individual y colectiva por su buena correlación con la grasa corporal total, siguiendo recomendaciones de los comités internacionales de expertos (OMS) y principales consensos de la SEEDO.

La OMS utiliza como criterio el IMC, obtenido como cociente entre el peso (kg) y el cuadrado de la talla (m).  $IMC = \text{kg}/\text{m}^2$  (Tabla 21.2).

**Tabla 21.2.** Criterios para definir la obesidad en grados según el índice de masa corporal (IMC) (OMS, 1998).

Valores límites del IMC	
Normopeso.	18,5-24,9
Sobrepeso (obesidad grado I).	25-29,9
Obesidad grado II.	30-34,9
Obesidad grado III.	35-39,9
Obesidad grado IV.	> 40

El punto de corte para definir y clasificar la obesidad es arbitrario, y por tanto susceptible de cambios, aunque se basa en estudios que demuestran que por encima de 25 de IMC aumentan las probabilidades de eventos relacionados con la enfermedad aterosclerótica y sus consecuencias, como son los cardiovasculares y cerebrovasculares, y las alteraciones metabólicas como resistencia a la insulina, diabetes mellitus, alteraciones del perfil lipídico e hipertensión arterial. El *Expert Panel on the Identification, Evaluation and Treatment of Overweight and Obesity in Adults*, (WHO, 1998) considera obesidad un valor del IMC igual o superior a 30  $\text{kg}/\text{m}^2$ . El Consenso de la Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO, 2000) incluye un grado más de obesidad (extrema) y una subdivisión del sobrepeso en dos categorías: grado I (IMC 25-26,9), en el que no se considera necesaria la intervención médica si no existe un patrón abdominal de distribución de la grasa o factores de riesgo cardiovascular (RCV) asociados; y grado II (IMC 27-29,9), en el que siempre está indicada la intervención médica. Sin embargo, un  $IMC < 25 \text{ kg}/\text{m}^2$  no implica ausencia de RCV, ya que existen grandes variaciones en el riesgo, a partir de un  $IMC \geq 20 \text{ kg}/\text{m}^2$  (Tabla 21.3).

**Tabla 21.3.** Clasificación y estratificación de la obesidad según el IMC (SEEDO'2000).

IMC ( $\text{kg}/\text{talla m}^2$ )	Grado de obesidad
<18,5	Peso insuficiente.
18,5-24,9	Normopeso.
25-26,9	Sobrepeso grado I.
27-29,9	Sobrepeso grado II (preobesidad).
30-34,9	Obesidad tipo I.
35-39,9	Obesidad tipo II.
40-49,9	Obesidad tipo III (mórbida).
>50	Obesidad tipo IV (extrema).

Existen otras formas para diagnosticar la obesidad, como la medida de los pliegues cutáneos en dife-

rentes zonas del organismo, ya que aproximadamente el 50% de la grasa corporal se encuentra en el tejido celular subcutáneo. Se requieren medidas de cuatro pliegues cutáneos, bíceps, tríceps, subescapular y suprailiaco, aunque se puede utilizar sólo la del tríceps, que se considera normal en la mujer por debajo de 30 mm y en el hombre de 23 mm. La medida de los pliegues tiene el inconveniente de que la distribución de la grasa difiere en individuos con igual cantidad de tejido adiposo y que, en ciertas formas de obesidad, la grasa tiene una distribución generalizada, mientras en otras es fundamentalmente abdominal.

Otros métodos como la densidad corporal por isótopo-dilución, la conductividad eléctrica bajo el agua, la tomografía axial computarizada y la resonancia magnética nuclear, son directos y precisos, aunque resultan poco prácticos por su complicación, y bastante costosos, quedando reservados a la investigación.

## 5. EL EXCESO DE PESO COMO FACTOR DE RIESGO PARA LA SALUD

En los últimos años se ha cuestionado si es la grasa visceral o la adiposidad general la principal determinante del riesgo de morbimortalidad. Algunos autores han informado que la grasa visceral podría ser más importante para enfermedades como la diabetes mellitus tipo 2 (DM2) y el accidente vascular cerebral (AVC), mientras que la adiposidad general lo sería para el riesgo de enfermedad coronaria y mortalidad (Tabla 21.4).

**Tabla 21.4.** Valores de riesgo según la distribución de la grasa corporal (datos antropométricos).

Criterio	Valores límite	
	Varones	Mujeres
Índice cintura-cadera (SEEDO).	> 1	> 0,90
(OMS).	> 1	> 0,85
Circunferencia de la cintura (SEEDO).	> 95 cm. > 102 cm.	> 82 cm valores de riesgo. > 90 cm riesgo elevado.

En la actualidad resulta de gran interés conocer el patrón de distribución de la grasa corporal por su estrecha relación con el riesgo cardiovascular.

La medida del índice cintura-cadera, al ser expresión de la cantidad de grasa intraabdominal, ha adquirido un valor predictivo importante del riesgo de alteraciones y consecuencias metabólicas de la obesidad, por lo que su uso como diagnóstico de obesidad casi iguala en importancia al IMC. Se determina dividiendo la circunferencia a nivel del ombligo y el máximo de circunferencia de las caderas y glúteos. Este índice es mayor en el hombre que en la mujer, por la distribución de la grasa en ambos sexos, y tiende a aumentar con la edad. Un índice mayor de 1 en el hombre y de 0,90 en la mujer, es predictor de aumento del riesgo de anomalías metabólicas; sin embargo, en los últimos años se considera la circunferencia o perímetro de la cintura el mejor marcador de sobrepeso y obesidad, por expresar una relación muy estrecha con la grasa abdominal, responsable en mayor medida de las consecuencias metabólicas directas relacionadas con la obesidad. Una circunferencia de la cintura mayor de 95 cm en el hombre y de 82 cm en la mujer, es indicativa de sobrepeso u obesidad abdominal aun cuando el IMC no lo evidencie, y resulta un marcador importantísimo de futuras complicaciones; por lo tanto, es un punto de partida para la intervención médica, sobre todo si se asocian otros factores de riesgo como la hipertensión arterial (HTA), la diabetes mellitus (DM) o las alteraciones lipídicas (HLP).

La Federación Internacional de Diabetes, en su última definición sobre el síndrome metabólico (SM), establece los valores específicos de este perímetro para los diferentes grupos étnicos (IDF, 2005) (Tabla 21.5).

**Tabla 21.5.** Valores específicos del perímetro de la cintura en los distintos países/grupos étnicos.

País/grupo étnico	Perímetro de la cintura (parámetro de la obesidad central)
Europeos.	Varones ≥ 94 cm. Mujeres ≥ 80 cm.
Asiáticos del sur y chinos.	Varones ≥ 90 cm. Mujeres ≥ 80 cm.
Japoneses.	Varones ≥ 85 cm. Mujeres ≥ 90 cm.
La clasificación se debe realizar por el grupo étnico, y no por el país de residencia (IDF, 2005).	

El IMC se correlaciona con el contenido graso corporal total, siendo la obesidad abdominal un elemento adicional a los riesgos que supone la obesidad para la salud.

### Obesidad y riesgo cardiovascular

Obesidad y arteriosclerosis son dos procesos multifactoriales, entre los que existen numerosos nexos de unión, que explican la gran morbimortalidad cardiovascular del obeso. Datos del estudio Framingham demuestran que la obesidad es un factor predictivo significativo e independiente de enfermedad cardiovascular, especialmente en mujeres. El riesgo de que un obeso presente un fallo coronario es tres veces superior para un IMC > de 29 kg/m<sup>2</sup> en comparación con normopeso. El incremento de peso tiene una relación lineal directa con la enfermedad cardíaca, sobre todo cuando el incremento es mayor de veinte kg. Ello se debe fundamentalmente a que el aumento del gasto cardíaco asociado a la obesidad produce miocardiopatía y fallo cardíaco en ausencia de otros factores de riesgo cardiovasculares. El riesgo de muerte súbita de los obesos es tres veces mayor que el de los no obesos, y el doble para el desarrollo de insuficiencia cardíaca congestiva (ICC), enfermedad cerebrovascular (ECV) y cardiopatía isquémica (CI).

La obesidad predispone a otros factores de riesgo cardiovascular como hipertensión arterial, hipercolesterolemia y diabetes. La asociación de obesidad con DM2 ha sido ampliamente demostrada, disminuyendo con la pérdida de peso. Las cifras de presión arterial (PA) sistólica y diastólica se incrementan a partir de 23 kg/m<sup>2</sup> de IMC y mejoran también con la pérdida de peso. Entre los mecanismos que explican la hipertensión en el obeso están la hiperinsulinemia, la hiperleptinemia, la hipercortisolemia, la disfunción renal, la alteración vascular, la hiperreactividad del sistema nervioso simpático, del sistema renina angiotensina y la actividad del péptido natriurético, además del fallo renal a largo plazo producido por pérdida de nefronas funcionantes, causado por la HTA que a su vez contribuye al aumento de la presión arterial, creando un círculo vicioso.

Las alteraciones en el perfil lipídico de los sujetos obesos consisten en la disminución del colesterol cHDL y aumento de cLDL y triglicéridos (TG), y se asocian con un incremento de enfermedad coronaria.

Existe una estrecha relación entre obesidad y resistencia a la insulina y con sus factores genéticos y ambientales, probablemente comunes. La resistencia a la insulina tiene efectos fisiopatogénicos importantes en el desarrollo de DM, hipertrigliceridemia, obesidad e HTA. Estas alteraciones incrementan el riesgo cardiovascular de forma independiente y en asociación parecen ser la causa del denominado síndrome metabólico (SM) íntimamente ligado a la distribución

abdominal de la grasa corporal y al incremento del riesgo cardiovascular (Tabla 21.6).

**Tabla 21.6.** Factores de riesgo cardiovascular asociados a obesidad visceral.

Factores de riesgo cardiovascular asociados a obesidad visceral
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistencia a la insulina/hiperinsulinemia.</li> <li>• Alteración del metabolismo hidrocarbonado.</li> <li>• Niveles bajos de HDL.</li> <li>• Niveles elevados de triglicéridos.</li> <li>• Aumento de la apolipoproteína B.</li> <li>• Partículas de LDL pequeñas y densas.</li> <li>• Aumento de fibrinógeno.</li> <li>• Aumento de PAI.</li> <li>• Aumento de proteína C reactiva.</li> <li>• Aumento de TNF-<math>\alpha</math>.</li> <li>• Aumento de IL-6.</li> <li>• Microalbuminuria.</li> <li>• Hipertrofia ventricular izquierda.</li> <li>• Hipertensión sistólica.</li> <li>• Arteriosclerosis.</li> </ul>
Tomada de Zugasti y Moreno. Revista española <i>Obesidad</i> . 2005.

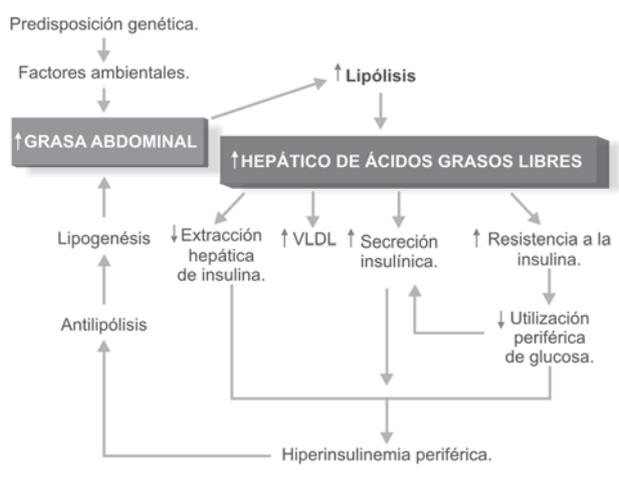
Se acepta que la obesidad es un factor iniciador importante de la resistencia a la insulina, mediante un aumento de los ácidos grasos libres (AGL) en la circulación portal y periférica, dificultando con ello el metabolismo hepático y potenciando la hiperinsulinemia.

También está suficientemente constatado que los AGL procedentes de la grasa visceral se movilizan más rápidamente que los procedentes de la grasa subcutánea, al parecer por un mayor efecto lipolítico de las catecolaminas y un menor efecto antilipolítico de la insulina. En la obesidad visceral o central existe una resistencia al estímulo de la insulina sobre la lipoproteinlipasa (LPL) que es un regulador clave del depósito de TG en los adipocitos a partir de los TG circulantes, con predominio de la lipólisis inducida por las catecolaminas, que inducen el aumento de AGL en la circulación sistémica para dar lugar a hiperinsulinemia periférica por varios mecanismos (Figura 21.2):

La resistencia a la acción de la insulina en las personas obesas se produce por un doble mecanismo:

- Disminución del número de receptores para la insulina. El recambio de los receptores de insulina está acelerado y su número global disminuido. Así, los niveles de insulina circulante se mantienen elevados.

- Defectos específicos a nivel postreceptor. Se han descrito dos polimorfismos de aminoácidos en los codones 513 y 972 de la proteína sustrato-1 del receptor de insulina (IRS-1). Dichos polimorfismos están relacionados con cambios en la sensibilidad a la insulina y otros FRCV (hipertrigliceridemia, hiperglucemia...) en obesos jóvenes.



**Figura 21.2.** Grasa visceral y sensibilidad a la insulina. Papel de los ácidos grasos libres (tomado de Wajchenberg, 2000).

Esta resistencia a la insulina es ligera en el tejido adiposo y en el hígado, mientras que en el músculo esquelético es intensa. Por tanto, mientras que en los sujetos delgados la captación de glucosa se produce fundamentalmente por el tejido muscular, en los obesos la captación se produce en los adipocitos. Esta marcada resistencia a la insulina muscular podría, por consiguiente, ser un mecanismo importante que contribuyera a la perpetuación de la obesidad, ya que la transferencia de nutrientes al tejido adiposo podría causar la hipertrofia e hiperplasia de este tejido.

Recientemente, la International Diabetes Federation (IDF-2005) ha acordado en consenso una nueva definición de síndrome metabólico, en la cual, para que una persona sea catalogada como tal, se requiere que tenga obesidad central ( $\geq 94$  cm en hombres y  $\geq 80$  cm en mujeres, europeos), y al menos dos de los cuatro factores adicionales siguientes: triglicéridos elevados ( $>150$  mg/dl), bajo colesterol HDL ( $<40$  mg/dl en varones y  $<50$  mg/dl en mujeres), presión sanguínea elevada ( $\geq 130/\geq 85$  mmHg), o nivel elevado de glucemia en ayunas ( $\geq 100$  mg/dl). El SM es un trastorno de elevada prevalencia

en nuestra sociedad con base fisiopatológica en la resistencia a la insulina, que tiene como factores predisponentes obesidad central, junto a un estilo de vida sedentario. Se caracteriza por una serie de alteraciones proaterogénicas como dislipemia, HTA, hiperglucemia y un estado protrombótico y proinflamatorio. Modestas reducciones ponderales se acompañan de una mejora de los parámetros metabólicos y de presión arterial. La pérdida inicial de peso se asocia generalmente a un descenso de la grasa abdominal, lo que contribuye a mejorar la sensibilidad a la insulina y los niveles de presión arterial. Asimismo, se puede observar una disminución en los niveles de triglicéridos y LDL con aumento de HDL, disminución de moléculas inflamatorias y procoagulantes. Por tanto, los cambios en el estilo de vida que promuevan una dieta equilibrada y ejercicio físico regular deben ser una de las medidas principales en el tratamiento de la obesidad y comorbilidades asociadas.

## 6. ENFOQUE TERAPÉUTICO. PREVENCIÓN DE LA OBESIDAD

### *Estrategias de tratamiento*

El objetivo fundamental del tratamiento de la obesidad es disminuir la masa grasa del paciente, para lo que resulta imprescindible mejorar los hábitos alimentarios e incrementar la actividad física. Pero el tratamiento no debe realizarse exclusivamente en función del sobrepeso, sino en función del riesgo asociado, por lo que éste también constituye un objetivo irrenunciable. Pérdidas de peso en torno al 10% son altamente beneficiosas para la salud y es importante para el paciente mantener el peso perdido.

El índice de fracaso de muchos de los tratamientos utilizados para reducir el peso ponen de manifiesto la dificultad que entraña la resolución del cuadro. Resulta evidente que no existe un tratamiento único para la obesidad, que todas las personas no responden de igual forma a un mismo tratamiento e incluso un paciente también puede responder de forma distinta al mismo tratamiento realizado en momentos diferentes. Tomando en consideración el carácter crónico y multifactorial de la enfermedad, el objetivo de cualquier intervención terapéutica deberá plantearse desde una perspectiva multidisciplinar, ya que lo que se pretende es mejorar la salud del paciente reduciendo los riesgos secundarios. La mayoría de expertos coinciden en la necesidad de hacer una valoración minuciosa del

paciente y de los factores implicados en su obesidad. Así el tratamiento deberá adaptarse a las características de cada persona, abordando de forma global los factores de riesgo y patologías asociadas. Las posibilidades terapéuticas son amplias y pueden simultanearse, sin olvidar que deben plantearse objetivos alcanzables y monitorizar la evolución del paciente para realizar los ajustes necesarios y muy especialmente para reforzar psicológicamente los logros que vaya consiguiendo, ya que el seguimiento del plan terapéutico va a representar un gran esfuerzo para el paciente, que debe ser reconocido y apoyado.

Los criterios de intervención terapéutica recogidos en el consenso SEEDO 2000 para adultos de 18 a 65 años aconsejan:

1. En los estadios de sobrepeso grado I y II (IMC: 25-29,9 kg/m<sup>2</sup>), es necesaria la valoración médica para establecer la estabilidad ponderal, distribución de la grasa (descartar adiposidad central o androide) y la presencia de factores de riesgo cardiovascular asociado (diabetes, hipertensión, tabaquismo, dislipemias). Cuando el riesgo es moderado o alguno de estos criterios haga necesario el tratamiento, se planteará la pérdida de peso entre 5-10% mediante medidas higiénico-dietéticas, aumento de actividad física y cambios de estilo de vida. Si a los seis meses no se ha conseguido bajar peso, puede estar justificado el uso de fármacos.
2. Obesidad grado I (IMC: 30-34,9 kg/m<sup>2</sup>). Las patologías asociadas deben ser tratadas médicamente y la pérdida de peso a conseguir será del 10%, para lo que se necesitará dieta, ejercicio, cambios de conducta y fármacos.
3. Obesidad grado II (IMC: 35-39,9 kg/m<sup>2</sup>). El enfoque terapéutico es similar al de la obesidad grado I, pero debe intentarse una pérdida de peso superior al 10%, y en caso de no alcanzarse este objetivo en seis meses, deberá remitirse al paciente a los especialistas para valorar otras posibilidades de tratamiento, incluida la cirugía bariátrica.
4. Obesidad grado III y IV (IMC:  $\geq 40$  kg/m<sup>2</sup>). Se debe conseguir una pérdida de peso del 20-30%. Deben remitirse a unidades especializadas para utilizar medidas terapéuticas excepcionales y seleccionar el tipo de cirugía bariátrica.

En resumen, el abordaje integral de la obesidad incluye el manejo de dietas hipocalóricas, realización

de ejercicio físico, psicoterapia, farmacoterapia y cirugía bariátrica cuando esté indicada.

Existen grupos de población, como los niños y los ancianos, en los que se deben considerar características propias de la edad. Así en los mayores, tanto la dieta como el ejercicio deben adaptarse a las limitaciones que presenten. En los niños y adolescentes el objetivo debe ser fundamentalmente preventivo, sobre todo teniendo en cuenta que muchos adultos obesos inician su enfermedad en estas etapas del desarrollo. La obesidad entre los 6 y 9 años se asocia con una prevalencia del 55% en adultos, cifra que alcanza el 75% si la obesidad está presente entre los 10 y los 14 años. Además, algunos estudios informan que la persistencia de obesidad desde la edad infantil incrementa el riesgo de morbilidad, en comparación con la obesidad que se inicia en el adulto.

La mayoría de los autores coinciden en que el tratamiento de la obesidad en la infancia debe tener como objetivo principal que el niño de mayor no sea un adulto obeso, y este propósito se debe basar en una alimentación adecuada, ejercicio físico y psicoterapia para cambiar los hábitos dietéticos y sedentarios. En todo caso se debe asegurar que las necesidades de crecimiento y desarrollo estén cubiertas y que los padres entiendan que la base del tratamiento es conseguir que la familia cambie los hábitos alimentarios e incrementa la actividad física y no sólo el niño, ya que los hijos tienden a imitar el comportamiento de los padres. Así, el agente más importante en el tratamiento de la obesidad infantil son los padres. Su implicación en el tratamiento apoyando psicológicamente al niño e introduciendo los cambios de hábitos en todo el núcleo familiar muestra que el 79% de los niños pierden más de un 10% de su peso y un 35% mantienen normopeso, en contraposición a los niños cuyos padres no se implican directamente, de los cuales sólo el 38% pierde más de un 10% de su peso y tan sólo un 14% alcanzan el normopeso.

El objetivo final del tratamiento de la obesidad infantil es conseguir un adulto con normopeso y con unos hábitos de vida y alimentarios correctos, por lo que a veces la pérdida de peso no es imprescindible, sino su estabilidad, pues el propio crecimiento y desarrollo osteomuscular terminan por compensar el sobrepeso.

### **Evaluación**

Finalmente es importante evaluar la eficacia del tratamiento, teniendo en cuenta la pérdida de peso y las mejoras en los factores de riesgo y patologías

asociadas, pudiendo considerarse indicadores de eficacia:

- Mejoras en el perfil lipídico.
- Disminución de las cifras de presión arterial.
- Disminución de la glucemia y hemoglobina glicosilada.
- Disminución de la circunferencia de la cintura.

### **Estrategias de prevención**

La prevención de la obesidad debe hacerse desde la infancia e incluso, como aconseja la SEEDO, asegurar el equilibrio nutricional durante la gestación para la salud de ambos, madre e hijo. Las bases de la prevención son la enseñanza y práctica de un estilo de vida saludable que debe prestar especial atención a los hábitos alimentarios y estimular la práctica habitual de ejercicio físico para conseguir un balance energético adecuado. Parece lógico que resulte más fácil promover estilos de vida saludables en la infancia, que modificar malos hábitos en el adulto.

### **Dietoterapia**

La restricción del ingreso energético es un recurso básico para negativizar el balance de energía. Es importante orientar en la selección de los alimentos, la reducción de las cantidades y la preparación de las comidas. A corto plazo, la dietoterapia tiene sus mejores resultados, pero cuando se prolongan indiscriminadamente suelen causar problemas físicos y psicológicos de tipo carencial o desórdenes de la alimentación y del comportamiento en general.

## **7. IMPORTANCIA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA EN EL TRATAMIENTO DE LA OBESIDAD**

La actividad física promueve beneficios para la salud aun cuando no se consiga pérdida de peso, pues su práctica mejora la aptitud cardiorrespiratoria, la composición corporal y disminuye la mortalidad. El ejercicio es una forma de actividad física, planificada, de repetición y estructurada, que se realiza con el objetivo de mejorar o mantener uno o más componentes de la “condición física” que incluye capacidad cardiorrespiratoria, fuerza, flexibilidad, composición corporal adecuada.

Los beneficios de la actividad física de intensidad baja a moderada constituyen la base del estilo de vida físicamente activo, que debe incorporar la realización de actividad física durante un mínimo de 30 minu-

tos diarios, ya sean de ocio y tiempo libre, laborales, del hogar, planificadas o no, y que forman parte de la vida cotidiana, sustituyendo TV, ordenadores y juegos sedentarios, por otros de mayor gasto energético. Entre los beneficios está la disminución de la mortalidad por todas las causas, con independencia de sus efectos sobre el peso. Este tipo de trabajo físico es bien aceptado y vivido con más naturalidad.

El fomento de la actividad física debe ser utilizado en la prevención de la obesidad a cualquier edad. La actividad física retrasa o previene la ganancia de peso que normalmente se produce con los años.

La actividad física también es utilizada en la reducción del peso corporal. Los efectos combinados de la restricción dietética y el ejercicio físico han sido revisados extensamente, informando de la pérdida de peso adicional cuando se utilizan conjuntamente, ya que a pesar de la importancia del ejercicio físico, existe una pequeña evidencia que sugiere que el ejercicio sólo provoca magnitudes de pérdida de peso similares a cuando se modifica la ingesta calórica (National Heart, Lung and Blood Institute, 1998). Sin embargo, en una revisión realizada por Ross *et al.* (2000) mostraron que cuando el déficit de energía se mantiene constante y otros factores que pueden afectar a este balance son controlados, el ejercicio puede inducir de forma significativa a la pérdida de peso. De hecho, en otro estudio del mismo autor (Ross *et al.*, 2000), demostraron que con un déficit de energía de 700 kcal provocada solamente por el ejercicio con una ingesta calórica que permanece constante, puede resultar en una pérdida de peso de 7,6 kg en un periodo de tres meses. Si ese mismo déficit se hacía exclusivamente con la ingesta calórica, la pérdida es de 7,4 kg.

Por lo tanto, el mayor beneficio es la preservación de la masa magra, lo que mejora los efectos de la dieta cuando ambas estrategias se asocian. El ejercicio además contribuye a mantener durante más tiempo la pérdida de peso conseguida, aumentando la oxidación de las grasas, preferentemente de la región central del cuerpo.

Cuando analizamos los efectos del ejercicio sobre el peso corporal, se ha sugerido que existen personas que “responden positivamente” y otras que no responden de la misma forma. De hecho existen algunas evidencias de que los cambios en el peso corporal están influenciados por las diferencias genéticas de los individuos (Bouchard *et al.*, 1994). Si existen pequeñas evidencias de la influencia genética, es lógico pensar que existe también una influencia del género. De esta forma, Wood *et al.* (1991) determinaron que el efecto

del ejercicio es mayor en hombres que en mujeres en cuanto a la pérdida de peso se refiere.

El ejercicio también puede ser prescrito como si de un medicamento se tratara, teniendo en cuenta el tipo, frecuencia, duración y resultados obtenidos, y en función de ellos deben realizarse los ajustes hasta conseguir la respuesta terapéutica deseada. Muchos trabajos han puesto de manifiesto que la actividad física de intensidad baja a moderada tiene un impacto cardiovascular y metabólico favorable, incluyendo la mejoría del control de la glucemia, lipidemia, distribución de la grasa, presión arterial y reducción de la mortalidad, incluso en individuos que mantienen sobrepeso.

Por lo tanto, las recomendaciones actuales orientan a la necesidad de practicar al menos 30 minutos de actividad física de intensidad moderada todos los días de la semana (Pate *et al.*, 1995). Esta recomendación ha sido interpretada como un mínimo de 150 minutos de actividad física a la semana (5 días, 30 minutos) y está basada en los efectos del ejercicio sobre las patologías cardiovasculares y otro tipo de enfermedades como la diabetes. Sin embargo, está constatada la importancia de incrementar estos valores de ejercicio mínimo con el objetivo de mantener la pérdida de peso a lo largo del tiempo.

Según Jakicic *et al.* (1999), en una investigación en mujeres con sobrepeso, que llevaron a cabo un programa para perder peso, que incluía modificaciones en la dieta, mostraron que los individuos que mantenían una media de 280 minutos de ejercicio a la semana, mantenían el peso perdido que estaba en torno a los 13 kg, durante 18 meses. Además, esta cantidad de peso perdido (13 kg) era significativamente mayor que los 6,5 kg y 3,5 kg que se perdieron después de 18 meses con 150 a 200 minutos o menos de 150 de ejercicio por semana respectivamente.

Las recomendaciones para los niveles de ejercicio que son mayores a las cantidades mínimas recomendadas por la sanidad pública son reafirmadas por Schoeller *et al.* (1997), cuyos resultados muestran que el equivalente a 65 minutos diarios de actividad física de intensidad moderada se asocia con las mejoras en el mantenimiento del peso perdido a lo largo del tiempo.

Por lo tanto, se pone de manifiesto la necesidad en adultos con sobrepeso una programación de 200 a 300 minutos de ejercicio a la semana o aproximadamente unas 2.000 kcal/semana, que serán los aspectos con los que se consigan cambios significativos. Además, hay que tener en cuenta también que la carga de entre-

namiento que se proponga deberá ir progresando a niveles superiores con el paso del tiempo, porque además es factible para aquellas personas que quieran, podrán mantenerse perfectamente. Es más, lo ideal es ir progresando poco a poco en el incremento de la carga de entrenamiento, pero no obstante, a pesar de que se lleguen a niveles altos y no exista una pérdida de peso bien marcada, sí se recomienda desde la salud pública, por la cantidad de logros positivos que tiene para el individuo a nivel cardiorrespiratorio (Barlow *et al.*, 1995; Wei *et al.*, 1999).

Se ha hablado hasta el momento dentro de la magnitud de la carga, del volumen, siendo otro factor de vital importancia el grado del esfuerzo, es decir, la intensidad. Existen algunos estudios que han valorado correctamente el impacto de variar la intensidad del ejercicio sobre la pérdida de peso. Duncan *et al.*, (1991) intentaron mantener el volumen total de ejercicios mientras manipulaban la intensidad en 24 semanas de programa en mujeres con sobrepeso. Los resultados muestran cómo la intensidad del ejercicio afecta a la magnitud de los cambios a nivel cardiorrespiratorio, con mayores incrementos demostrados cuanto mayor es la intensidad, aunque la intensidad no demostró efectos sobre el Peso o la composición corporal después de las 24 semanas. Los datos del registro de Control Nacional de Peso sugiere que el mantenimiento durante un largo periodo de pérdida de peso debe conseguirse con al menos el 26% de ejercicio a una intensidad vigorosa (Klem *et al.*, 1997). Sin embargo, este estudio está basado en análisis observacionales y no controlados, con las limitaciones que plantea a la hora de obtener conclusiones.

Parece que un ejercicio con un volumen suficiente y una moderada intensidad en torno al 55-69% de la frecuencia cardíaca máxima, puede ser beneficioso para comenzar a ver resultados en la pérdida de peso, y sin embargo, la necesidad de una intensidad mayor o igual al 70% de la frecuencia cardíaca máxima de ejercicio para controlar el peso corporal a lo largo del tiempo.

Por otro lado, algunos estudios han valorado la efectividad del ejercicio intermitente en los programas para perder peso. Se ha considerado como ejercicio intermitente como la acumulación de 30-40 minutos de ejercicio por día de trabajo descanso en varios grupos de trabajo de 10 a 15 minutos diariamente (Debusk *et al.*, 1990; Jakicic *et al.*, 1995, 1999; Donnelly *et al.* 2000). Esta metodología de ejercicio se ha planteado como interesante debido a que anteriores estudios han mostrado que el ejercicio intermitente

umenta de forma efectiva la salud cardiorrespiratoria y tiene un impacto favorable sobre los factores de patologías coronarias (Debusk *et al.*, 1990; Ebisu, 1985). Pate *et al.* (1995) recomiendan la “acumulación” de 30 minutos de actividad de intensidad moderada por día, aunque no existe evidencia de que esta estrategia sea efectiva para los adultos con sobrepeso que quieran obtener una pérdida de peso.

Sin embargo, Jakicic *et al.* (1995) no hallaron beneficios de pérdida de peso cuando se comparó el ejercicio intermitente con el ejercicio continuo durante 18 meses, incluyendo, además del ejercicio, un control de la dieta. Donnely *et al.* (2000) compararon el ejercicio continuo y el intermitente, sin intervención en la dieta, durante un periodo de 18 meses, y no mostraron diferencias en el peso corporal tras el tratamiento, con lo cual el ejercicio intermitente podría plantearse como beneficioso para individuos que no les guste el ejercicio continuo.

Por último, y aunque la mayoría de las investigaciones vayan destinadas al estudio del efecto sobre el peso con un trabajo de resistencia, el entrenamiento de fuerza puede a su vez tener grandes ventajas. El entrenamiento de fuerza es un estímulo potente para aumentar el estímulo del peso libre de grasa, la fuerza muscular y la potencia, y por ello podría ser una alternativa efectiva en la creación de programas de entrenamiento con el objetivo de la pérdida de peso (Ballor *et al.*, 1988; Garrow y Summerbell, 1995; Geliebter *et al.*, 1997; Kraemer *et al.*, 1997; Marks *et al.*, 1995). Incluso en términos absolutos la pérdida de peso se ve beneficiada combinando el trabajo de fuerza con la restricción en la ingesta calórica (Ballor *et al.*, 1998; Geliebter *et al.*, 1997; Kraemer *et al.*, 1997; Kraemer *et al.*, 1999). Estos resultados han sido constatados con ingesta calórica por debajo de las 800 kcal•d-1 hasta cantidades más altas, en torno a las 1.300 kcal•d-1.

Wadden *et al.* (2000), en un estudio longitudinal de 40 semanas, demostraron que el ejercicio de fuerza solo o en combinación con el ejercicio de resistencia no consigue la pérdida de peso cuando se compara con programas sólo de ejercicio de resistencia, incluyendo en todos los grupos de estudio una dieta que oscilaba de las 900 a las 1.200 kcal•d-1.

Leible *et al.* (1995) muestran una reducción en el peso corporal y en el peso libre de grasa como resultado de una reducción en la energía gastada, mien-

tras que los incrementos en el peso corporal conlleven a incrementos en la tasa de energía desprendida. En general, la mayoría de los estudios no están de acuerdo con esta creencia, ya que muestran que el entrenamiento de fuerza no previene la disminución de la tasa de energía expedita como ocurre en la pérdida de peso inducido por la dieta (Geliebter *et al.*, 1997; Kraemer *et al.*, 1997, 1999).

Como conclusión, y a modo de referencia general, se pueden dar algunas recomendaciones resumen para utilizar el ejercicio en el manejo del sobrepeso y la obesidad (Tabla 21.7). Así, la mayoría de los beneficios cardiovasculares y metabólicos pueden obtenerse con actividades de intensidad baja-moderada, del 40-60% del consumo máximo de oxígeno. El American College of Sports Medicine (ACSM) indica que los beneficios del entrenamiento provienen de la interacción entre frecuencia, intensidad y duración del ejercicio. Por esta razón pueden alcanzarse beneficios para la salud practicando actividad física de baja intensidad si la frecuencia y la duración son incrementadas adecuadamente.

**Tabla 21.7.** Recomendaciones para pacientes con sobrepeso y obesidad (ACSM).

Características	
Frecuencia.	5-7 días / semana (1000-2000 kcal/semana.
Intensidad.	55-70% frecuencia cardiaca máxima.
Tiempo.	10-60 min/sesión. Se pueden fraccionar las sesiones en tramos de 10 minutos.
Tipo.	Ejercicio aeróbico sostenido (caminar, bicicleta...) suplementar con ejercicios ligeros de fuerza, flexibilidad y estiramientos.

Finalmente, la modificación de las conductas inherentes al estilo de vida constituyen una piedra fundamental del tratamiento. Con frecuencia la obesidad se asocia a trastornos relacionados con el peso y la forma corporal que pueden afectar la calidad de vida, aunque no sean tan severos como para dar lugar a complicaciones psicológicas significativas. Por ello, es importante acudir a los profesionales de las ciencias del deporte para poder conseguir programas de entrenamiento que se adecuen a las características personales y con ello obtener resultados satisfactorios.



# Diabetes mellitus y ejercicio físico

Carmen Villaverde Gutiérrez, Gema Torres Luque y Jesús Ramírez Rodrigo

## OBJETIVOS

- Conocer la etiopatogenia y fisiopatología de la diabetes mellitus.
- Identificar los factores implicados en el desarrollo de la enfermedad y sus complicaciones.
- Conocer los criterios diagnósticos.
- Comprender las consecuencias derivadas de un mal control glucémico.
- Valorar la importancia de los estilos de vida en la prevención y control de la enfermedad diabética, especialmente del ejercicio físico, como parte de la terapia integral.

## 1. INTRODUCCIÓN

La diabetes mellitus (DM) constituye una de las patologías crónicas que más han aumentado en los últimos años en las sociedades occidentales. En España se considera que la prevalencia es del 5%, constituyendo la diabetes mellitus tipo 2 alrededor del 90% de los casos. Las complicaciones crónicas de la DM se deben básicamente a un control insuficiente de las cifras de glucemia y a los años de evolución de la enfermedad. El diabético es un paciente con riesgo aterogénico elevado en el que con frecuencia se asocian distintos factores de riesgo cardiovascular (FRCV). La mayor prevalencia de FRCV en los diabéticos tipo 2 les lleva a soportar un riesgo de enfermedad cardiovascular y mortalidad mayor que la población no diabética, aproximadamente el doble en los varones y aún mayor en las mujeres, siendo más evidente después de la menopausia, al perderse el efecto protector de los estrógenos.

## 2. CONCEPTO DE DIABETES MELLITUS. EPIDEMIOLOGÍA

### Concepto

El término diabetes mellitus (DM) abarca un conjunto de patologías metabólicas caracterizadas por

hiperglucemia, consecuencia de defectos en la secreción de insulina, en su acción o en ambos (ADA, 2002). Se trata de una enfermedad crónica, compleja y multifactorial, que está adquiriendo tintes de pandemia en los países desarrollados.

La diabetes se clasifica en: DM tipo 1 (DM1), DM tipo 2 (DM2), otros tipos específicos de diabetes y diabetes gestacional (DG) (*Expert Committee on the Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus* [ADA], 1997).

La importancia de su abordaje viene determinada por las predicciones de la OMS sobre el incremento del número de casos en un corto periodo de tiempo, por su influencia en la morbimortalidad de la población y por el coste sanitario debido a su evolución y al desarrollo de complicaciones a largo plazo. En EEUU el 14% del coste sanitario anual se dedica al tratamiento de la DM2 y sus complicaciones tardías. En Canadá el coste anual por los mismos conceptos asciende a 7-10 billones de dólares. En la Unión Europea, el gasto médico directo anual de la DM2 es de 29 billones de euros, de los cuales un 3,5% se destina a medicación hipoglucemiante. La presencia de complicaciones micro o macrovasculares duplican el gasto sanitario y la coexistencia de ambas lo triplican.

Por todo ello, la DM constituye en la actualidad uno de los principales problemas sociosanitarios.

### Epidemiología

La prevalencia de diabetes mellitus en España se estima alrededor del 5% de la población, si bien se cree que existe también un porcentaje de aproximadamente el 3,5% de sujetos con diabetes mellitus desconocida, lo que representa una cifra superior al 50% de diabéticos ocultos. Por tanto, la prevalencia real en la población general, con notables diferencias en función de variables sociodemográficas y geográficas, estaría entre el 6-10%, pudiendo superar los 2 millones, y afectar al 16% por encima de los 65 años... De este número total de diabéticos, el 90% corresponde a diabéticos tipo 2 y sólo el 10% restante correspondería a diabéticos tipo 1.

La incidencia de nuevos casos de DM2 en nuestro país se estima en 8/1.000 habitantes/año y de DM tipo 1 en 11-12/100.000 habitantes/año. De mantenerse las predicciones actuales de incidencia, el número de diabéticos en España se duplicará antes del año 2010.

En el año 2000 se diagnosticaron alrededor de 155 millones de diabéticos adultos en el mundo (83 millones de mujeres y 72 millones de varones), y se prevé un aumento del 110 % hasta alcanzarse los 300 millones en el año 2025, de los que más del 75% residirán en países en vías de desarrollo, estimándose que la prevalencia mundial alcanzará el 9%. Sólo en Europa, hay más de 25 millones de personas diabéticas.

Un 50% de los sujetos con DM2 tienen hipertensión arterial y un porcentaje similar presenta dislipidemia, ambos reconocidos factores de riesgo cardiovascular. Además, en el momento del diagnóstico, el 40% de los pacientes presenta algún tipo de macroangiopatía ya establecida, un 35% presenta micro o macroalbuminuria y el 15% retinopatía establecida, es decir, alguna de las formas en las que se manifiesta la enfermedad microvascular característica de la DM.

Con respecto a la mortalidad por diabetes, se estima que en los EEUU está alrededor del 15 a 20% del total de las muertes en la población mayor de 25 años, llegándose a duplicar por encima de los 40 años. En España, la diabetes es la tercera causa de muerte en las mujeres y la séptima en los hombres. En la mayoría de los estudios sobre mortalidad realizados en pacientes diabéticos, las cifras en mujeres superan las de los hombres.

## 3. ETIOPATOGENIA, CLASIFICACIÓN Y COMPLICACIONES

### 3.1. Criterios diagnósticos

En 1985 la OMS estableció criterios para el diagnóstico de DM, basados en la glucemia plasmática en ayunas (FPG) y en la alteración de la tolerancia oral a la glucosa (IGT) mediante el test de sobrecarga o tolerancia oral a la glucosa (SOG o TTOG). Los años siguientes proporcionaron gran cantidad de información sobre la etiopatogenia de la enfermedad diabética y de sus complicaciones, que obligaron a revisar dichos criterios, reclasificando los diferentes procesos englobados como diabetes mellitus e incorporando sus bases etiológicas. Así, en 1997 la American Diabetes Association (ADA) estableció nuevos criterios basados también en la glucemia plasmática en ayunas, pero sin necesidad de realizar el test (SOG), diferenciando entre glucemia en ayunas alterada (IFG) con niveles de glucosa plasmática entre 110-125 mg/dl y diabetes mellitus, a partir de 126 mg/dl. En 1999 la OMS decidió mantener vigente el TTOG. El mismo año, la International Diabetes Federation (IDF) asume los criterios diagnósticos recomendados por la ADA, con la salvedad de considerar necesario para el diagnóstico, el TTOG.

En el 2003, la ADA realiza una modificación importante en el diagnóstico de glucemia en ayunas alterada (IFG), de aplicación en la actualidad, reduciendo el nivel de glucosa plasmática a cifras comprendidas entre 100-125 mg/dl (Tabla 22.1).

**Tabla 22.1.** Criterios diagnósticos DM, IFG e IGT.

	Glucemia en ayunas		Glucemia a las 2 horas tras el test
Normal.	< 100	y	< 140
IFG.	100-125		
IGT.			140-199
DM.	≥ 126	o	≥ 200

Expert Committee on the Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. ADA, 2003.

Recientemente, la Federación Internacional de Diabetes (IDF, 2005) ha presentado las primeras guías globales basadas en la evidencia para el tratamiento de la DM2, reclamando la adopción en el ámbito mundial de un método de actuación más agresivo en el

tratamiento de la enfermedad, estableciendo para ello nuevas pautas con el fin de reducir las complicaciones potencialmente mortales. Entre otras, mantener niveles de hemoglobina glicosilada (HbA1c) por debajo del 6,5% y ratificar los criterios diagnósticos de diabetes, adoptados anteriormente por la WHO (1999) y la Asociación Americana de Diabetes (2003).

El Comité de Expertos para el Diagnóstico y Clasificación de la Diabetes Mellitus (ADA, 2005) considera diabéticos aquellos individuos que reúnan al menos uno de los siguientes criterios:

1. Presencia de síntomas de diabetes mellitus (poliuria, polidipsia y pérdida de peso no explicados por otras causas) junto al hallazgo de una glucemia  $\geq 200$  mg/dl en cualquier momento del día.
2. Presencia de glucemia basal  $\geq 126$  mg/dl con o sin sintomatología diabética. Se considera “basal” aquella muestra extraída tras ayuno de al menos ocho horas.
3. Presencia de glucemia superior a 200 mg/dl dos horas después de la sobrecarga oral con 75 g de glucosa (TTOG) bajo ciertas condiciones estandarizadas.

### 3.2. Etiopatogenia y clasificación

Las causas de los diferentes tipos de diabetes se encuentran en la interacción entre factores intrínsecos de naturaleza multigénica y factores extrínsecos o medioambientales, en buena parte determinados por los estilos de vida, en la mayoría de ocasiones modificables y por tanto de gran interés para la prevención primaria. La característica principal de la clasificación actual de la DM es sin duda la intención de reunir matices etiológicos. Desaparecen los términos de DM insulino dependiente y no insulino dependiente y se conservan los de DM tipo 1 y tipo 2. Los otros dos tipos de DM incluidos en la clasificación se refieren a:

- a) Otros tipos específicos de diabetes asociados a defectos genéticos de la célula  $\beta$ , defectos genéticos en la acción de la insulina, enfermedades asociadas a procesos que afectan al páncreas exocrino, endocrinopatías, fármacos o sustancias químicas, infecciones, formas infrecuentes de diabetes autoinmunes y a otros síndromes que a veces se asocian a la enfermedad.
- b) Diabetes gestacional. Es un trastorno metabólico temporal ocasionado por las hormonas

fetoplacentarias y la sobrecarga metabólica del embarazo. Se diagnostica durante el embarazo, sin que exista evidencia de una diabetes previa. Suele remitir a las pocas semanas del parto, aunque a veces esto no ocurre, en cuyo caso se trata de una diabetes mellitus no diagnosticada o que debuta durante el embarazo, y no de una diabetes gestacional.

La asignación de un paciente a uno u otro tipo de DM puede no resultar fácil. Su catalogación puede depender, entre otros factores, de las circunstancias en que se produzca el diagnóstico, de la precocidad del mismo, de la intensidad inicial de la hiperglucemia y de la presencia de enfermedades o tratamientos concomitantes. Del mismo modo, hay que tener presente que la DM no es un proceso estático, sino que constituye una entidad en continua evolución. Así, su severidad puede mantenerse, mejorar o empeorar, y el grado de control metabólico estar íntimamente ligado a la propia historia natural de la enfermedad o al tratamiento considerado como idóneo en cada momento.

#### **Diabetes tipo 1**

En la actualidad se considera que la DM1 es el resultado de una serie de factores genéticos, ambientales y autoinmunitarios que conducen a la eliminación selectiva de las células  $\beta$ . Las experiencias genéticas han permitido establecer una definida predisposición de tipo permisivo más que causal y relacionada con la presencia de marcadores específicos en los genes del complejo mayor de histocompatibilidad (HLA-DR3/4), localizados en el cromosoma 6 y que codifican moléculas de clase II.

En los individuos con susceptibilidad genética, un elemento ambiental desencadena un proceso inflamatorio pancreático (insulinitis); aunque han sido postulados múltiples factores, el más significativo es la infección viral. Luego, merced a mecanismos de mimica molecular se produce una reacción autoinmune contra las células  $\beta$ , acompañada de la liberación de anticuerpos citotóxicos, como ICA (*islet cell autoantibody*), IAA (*insulin autoantibody*) y GAD65k (contra la enzima glutámico decarboxilasa).

La destrucción celular es el resultado de la activación de la inmunidad mediada por células y de la liberación de varios tipos de citocinas proinflamatorias tales como las interleucinas 2, 4, 6 y 10, factor de necrosis tumoral  $\alpha$  (FNT- $\alpha$ ) e interferón  $\gamma$  (INF- $\gamma$ ).

Tales sustancias promueven la migración hacia los islotes pancreáticos y la expansión clonal de las

células mononucleares (linfocitos T CD4 y CD8 activados, linfocitos B y NK), que conduce a insulinitis.

Puesto que el elemento desencadenante es la destrucción autoinmune de las células  $\beta$  y ello ocurre a una velocidad variable en cada individuo, puede cursar asintomática por algún tiempo, hasta que se agota por completo la reserva funcional del páncreas. Así, no es infrecuente que la primera expresión de la enfermedad sea un cuadro súbito de cetoacidosis (sobre todo en niños y adolescentes) o hiperglucemia severa, con frecuencia asociada a una enfermedad aguda intercurrente.

### **Diabetes tipo 2**

Se ha reconocido la interacción entre factores genéticos, medioambientales y estilos de vida. Se han identificado tanto formas monogénicas, como genes de susceptibilidad en las formas comunes de diabetes tipo 2. Estudios epidemiológicos han informado de un aumento en la incidencia de diabetes tipo 2 en personas con bajo peso al nacer. Estudios realizados en animales de experimentación han confirmado la hipótesis de que la nutrición materna puede afectar profundamente el metabolismo del feto. Se acepta que el bajo peso al nacer es un importante factor etiológico. La nutrición por defecto en la etapa fetal aumenta el riesgo de síndrome metabólico y diabetes tipo 2, siendo agravada la situación después del nacimiento por exceso de nutrición.

El creciente aumento de obesidad en todas las edades que se viene produciendo en los últimos años, se asocia con resistencia a la insulina y aumento de riesgo cardiovascular.

El estrés también ha sido sugerido como factor etiológico, aumentando la resistencia a la insulina y el desarrollo de DM tipo 2.

## **3.3. Complicaciones**

### **3.3.1. Complicaciones microvasculares**

La microangiopatía diabética se define como la afectación de los pequeños vasos producida por la DM y, a diferencia de la macroangiopatía, es característica de esta enfermedad. El mal control glucémico y la evolución prolongada favorecen las alteraciones microvasculares, aunque no todos los pacientes las desarrollan ni todos los órganos se afectan simultáneamente. Entre los mecanismos fisiopatológicos implicados se encuentran: la glicosilación no enzimática de las proteínas; activación de la protein-quinasa

C por el metabolismo de la glucosa a DAG; la vía del poliol como alternativa en el metabolismo de la glucosa, que pasaría a sorbitol y posteriormente a fructosa por acción de la enzima poliol-deshidrogenasa. Sin embargo la hipótesis más aceptada es la hemodinámica, por aumento del flujo capilar y alteración del mecanismo de autorregulación microvascular, que incrementaría la presión hidrostática, lo que junto al aumento de permeabilidad capilar induciría a la hiperfiltración. Las complicaciones microvasculares de la DM son: retinopatía diabética, nefropatía diabética, neuropatía diabética y pie diabético.

### **3.3.2. Complicaciones macrovasculares**

La macroangiopatía diabética engloba el conjunto de lesiones vasculares que pueden desarrollar los pacientes diabéticos a largo plazo, como consecuencia de alteraciones específicas de la enfermedad y aceleración del proceso arteriosclerótico común a todos los individuos. Incluye la cardiopatía isquémica, miocardiopatía diabética, enfermedad cerebrovascular y arteriopatía periférica.

Entre los factores patogénicos implicados en la macroangiopatía diabética se encuentran:

1. *Lesiones específicas de la pared vascular.* Las lesiones más características de la pared vascular en la diabetes son: el engrosamiento de la membrana basal por acumulo extracelular de colágeno tipo IV, laminina y fibronectina, que reducen la elasticidad y la calcificación de la túnica media arterial, relacionada con la neuropatía periférica, y asociada con el aumento de amputaciones y mortalidad en DM2.

2. *Hiperglucemia.* Las situaciones de hiperglucemia sostenida dificultan la reparación de las lesiones endoteliales favoreciendo el paso de sustancias aterogénicas a la pared arterial que, junto con el incremento de hexosaminas, puede estimular la producción de factores de crecimiento involucrados en la proliferación de fibroblastos y células musculares lisas.

3. *Glicosilación no enzimática de las proteínas.* La acumulación de productos avanzados de proteínas glicosiladas se ha relacionado con las complicaciones vasculares de la diabetes, a través de la migración transendotelial de monocitos, producción de factores de crecimiento, depósito de sustancias aterogénicas por uniones covalentes y formación de productos oxidativos.

La glicosilación de las lipoproteínas aumenta su aterogenicidad favoreciendo la internalización de las LDL por los macrófagos y reduciendo la unión de las LDL a su receptor y la eficacia de las HDL.

4. *Estrés oxidativo.* Las lipoproteínas oxidadas están implicadas en la génesis de la arteriosclerosis. Existen evidencias de que en la diabetes los procesos oxidativos pueden estar acelerados por diferentes mecanismos.

5. *Factores procoagulantes.* La diabetes se asocia con alteraciones en los mecanismos de coagulación, fibrinólisis y agregación plaquetaria, que en conjunto condicionan una situación procoagulante (Figura 22.1).

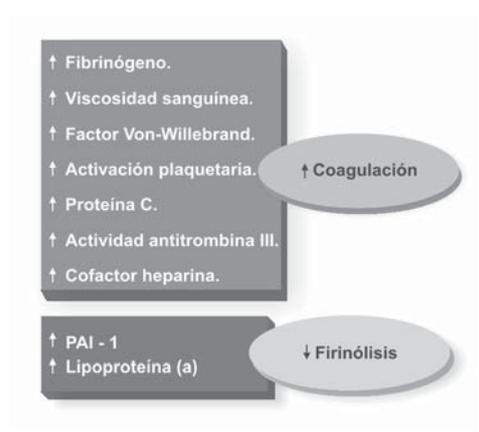


Figura 22.1. Alteraciones procoagulantes en la diabetes (Herranz, 2000).

6. *Insulina e insulinoresistencia.* La hiperinsulinemia y la disminución de la sensibilidad a la acción de la insulina han sido identificadas como FRCV independientes. Distintas acciones de la insulina a nivel de la pared arterial podrían acelerar el proceso arteriosclerótico (Tabla 22.2).

Tabla 22.2. Acción de la insulina en la pared arterial (Herranz, 2000).

Acciones de la insulina	
↑	Síntesis lipídica.
↑	Unión partículas LDL.
↑	Síntesis de colágeno.
↑	Proliferación y migración de células musculares lisas.
↑	Producción de ácido nítrico.
↑	Síntesis de prostaciclina.

Es posible que la diabetes mellitus y la arteriosclerosis tengan un origen común en la insulinoresistencia, lo que contribuiría a explicar su frecuente asociación (Figura 22.2).

Actualmente es posible afirmar que la hiperglucemia sostenida y la formación de compuestos glicosilados en la DM, son los responsables directos de la disfunción endotelial asociada a los cambios en la

pared arterial que conducirán al incremento de aterosclerosis. Por otra parte, la frecuente asociación de DM con otros factores de riesgo cardiovascular, afecta de forma indirecta la formación de la placa de ateroma y por ende el incremento de ECV en los pacientes diabéticos.

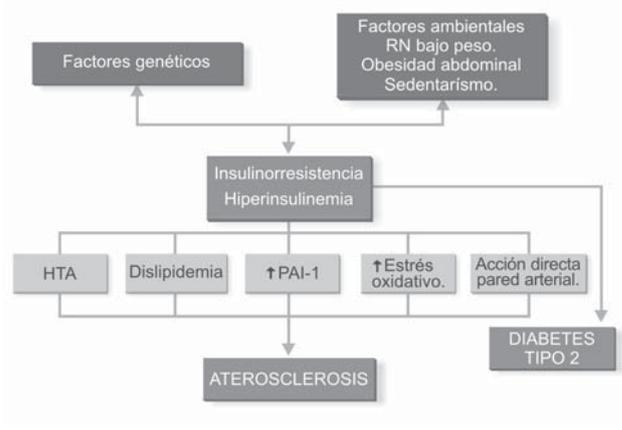


Figura 22.2. Relación patogénica entre diabetes tipo 2 y aterosclerosis.

7. *Dislipemia diabética (DD).* El perfil lipídico encontrado con mayor frecuencia en el diabético es (ADA, 2002):

- Hipertrigliceridemia por aumento de VLDL.
- Disminución de los valores cHDL.
- Aumento leve/moderado de la concentración de cLDL.
- Aumento del índice CT/cHDL.
- Predominio de partículas LDL pequeñas y densas, que son altamente aterogénicas.
- Aumento de la apolipoproteína B.
- Aumento de los ácidos grasos libres y de las partículas residuales.

Siendo el colesterol LDL el principal factor predictor de riesgo en la diabetes, y por tanto el objetivo terapéutico primario a conseguir.

Este patrón de anomalías lipídicas se produce más a menudo en la DM2 que en la DM1. La prevalencia de hiperlipidemia en la DM2 es dos o tres veces la de la población general. Es importante resaltar el papel de la resistencia a la insulina (RI) en la patogenia de la dislipidemia diabética, de forma que la hiperinsulinemia precede a la aparición de hipertrigliceridemia y al descenso del cHDL. La alteración de la acción de la insulina a nivel de los tejidos insulinosensibles induce en el tejido graso un incremento en la liberación de los ácidos grasos libres, que al llegar al tejido hepático producen un incremento en la síntesis de VLDL,

responsables de casi la totalidad de las alteraciones de la dislipemia diabética.

En las concentraciones plasmáticas de las lipoproteínas en diabéticos, influyen factores muy específicos como el tipo de diabetes, el control de la glucemia, la resistencia a la insulina, la presencia de nefropatía y el tipo de tratamiento.

Dado que las dos formas de diabetes presentan una fisiopatología diferente y diferente asociación con otros factores, como presencia o ausencia de obesidad, edad, déficit de insulina frente a resistencia a la insulina, no sorprende que el metabolismo de las lipoproteínas también pueda ser diferente.

La aceleración de aterosclerosis en la diabetes está causada, al menos en parte, por un perfil de lipoproteínas aterogénico, a menudo presente durante años antes de la aparición de la hiperglucemia en ayunas y del diagnóstico de diabetes. Esto podría explicar por qué el RCV no está relacionado con la duración de la diabetes en los pacientes con DM2, en contraste con la DM1, en la que las anomalías de las lipoproteínas se producen en relación con la aparición de hiperglucemia. Así, los principales factores que influyen en las concentraciones de lipoproteínas plasmáticas en la DM1 son el control de la glucemia, el método de administración de insulina y la presencia de nefropatía.

8. *Hipertensión arterial.* La HTA en la población diabética es muy frecuente, alcanzando una prevalencia global del 40-55%. En el caso de la diabetes tipo 1, la prevalencia de hipertensión se acerca al doble de la población general, dependiendo de la presencia y grado de nefropatía diabética. En la DM2, la prevalencia alcanza el 80% a lo largo de la evolución natural de la enfermedad, independientemente de la existencia o no de lesión renal. En este último grupo de pacientes, la prevalencia es dos veces superior a la población no diabética ajustada por edad.

Estudios observacionales y epidemiológicos indican que en las personas diabéticas e hipertensas se incrementa hasta cuatro veces el riesgo de ECV, en comparación con poblaciones no diabéticas de la misma edad y sexo. El riesgo de muerte cardiovascular aumenta en los diabéticos a medida que se incrementa la presión arterial sistólica. Datos del estudio epidemiológico UKPDS han puesto de manifiesto que una reducción de 10 mmHg de la presión arterial sistólica en estos pacientes, se asocia con una reducción del 12% para cualquier complicación relacionada con la DM, del 15% para muertes relacionadas con la enfermedad, del 11% para infarto de miocardio y del 13% para complicaciones microvasculares (UKPDS, 1998).

Otros estudios clínicos y epidemiológicos realizados con pacientes diabéticos informan de la disminución del riesgo cardiovascular, cuando se reduce la presión arterial sistólica por debajo de 130 mmHg y la diastólica por debajo de 80 mmHg, considerándose las cifras 130/80 mmHg en la DM como el punto de corte para definir HTA, siendo las cifras de presión arterial < 130/80 mmHg el objetivo a conseguir en estos pacientes (ADA, 2005, y *Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure*, JNC VII, 2003).

## 4. ENFERMEDAD CARDIOVASCULAR EN EL PACIENTE DIABÉTICO

Aunque en los diabéticos los FRCV (hipertensión, dislipemia y obesidad) se asocian con mayor frecuencia que en los individuos no diabéticos, la presencia de estos factores no justifica la alta mortalidad cardiovascular observada en estos enfermos.

La diabetes constituye uno de los principales factores de riesgo independientes de la enfermedad cardiovascular (ECV), siendo la primera causa de muerte en estos pacientes.

La diabetes mellitus, tanto tipo 1 como tipo 2, se acompaña de un aumento importante del riesgo de aterosclerosis y ECV, demostrado en diferentes estudios prospectivos y longitudinales. Tanto es así que la American Heart Association ha llegado a afirmar que la DM es una enfermedad cardiovascular (O'Keefe *et al.*, 1999; Stern, 1997).

La enfermedad coronaria es sin duda el problema clínico más relevante de la aterosclerosis en los pacientes diabéticos. El 75% de las muertes atribuidas a aterosclerosis en los diabéticos se deben a aterosclerosis coronaria, y el 25% son consecuencia de enfermedad vascular cerebral o periférica. Los datos epidemiológicos también indican que más del 75% de las hospitalizaciones de estos pacientes están relacionadas con la enfermedad aterosclerótica.

Los estudios necrópsicos realizados en pacientes diabéticos muestran que las lesiones ateromatosas en las coronarias son de desarrollo más rápido y precoz, más generalizadas y graves y con mayor frecuencia de placas inestables, que en la población general. Igualmente se ha demostrado que la enfermedad coronaria progresa con mayor velocidad y que la tasa de morbilidad tras infarto de miocardio es más alta en

los diabéticos, sin olvidar la miocardiopatía diabética específica (Tabla 22.3).

**Tabla 22.3.** Causas de mortalidad en la diabetes (González, 1999).

Causas de mortalidad	DM2 (%)	DM1 (%)
Enfermedad cardiovascular.	58	15
Enfermedad cerebrovascular.	12	3
Nefropatía.	3	55
Coma diabético.	1	4
Infecciones.	11	0
Cáncer.	4	10
Otras.	11	13

### 4.1. Síndrome metabólico

Los investigadores del estudio de Framingham observaron ya que la obesidad, la diabetes, la hipertensión arterial, la hipercolesterolemia y la hiperuricemia eran rasgos que frecuentemente se presentaban asociados e incrementaban considerablemente el riesgo de padecer aterosclerosis coronaria (Kannel, 1979).

Pero fue sin embargo la sagacidad de Gerald Reaven en 1987 la que permitió describir, por primera vez, esta asociación con verdadero sentido semiológico mediante la expresión de sus componentes o desórdenes esenciales que, en un comienzo, sólo eran intolerancia a la glucosa, triglicéridos elevados, cHDL bajo e hipertensión arterial, unidos por un nexo fisiopatológico común: la resistencia al depósito de glucosa mediada por insulina en el músculo esquelético o insulinoresistencia (IR). A esta asociación, Reaven la denominó síndrome X (Reaven, 1988).

Sin embargo, resistencia a la insulina y SM no son sinónimos. El primer término designa una situación fisiopatológica, mecánica de enfermedad. El segundo es un vocablo descriptivo que subraya una circunstancia clínico-epidemiológica de alto riesgo, sobre todo vascular (Serrano, 2005).

El SM es complejo, poligénico, multifactorial en su origen y los criterios de definición distan de estar internacionalmente consensuados. Se han postulado diferentes criterios para el diagnóstico de este síndrome metabólico, de los que los tres mejor conocidos son, el del Grupo Europeo para el Estudio de la Resistencia a la Insulina (EGIR, 1999), el de la Organización Mundial de la Salud (WHO, 1999) y el del Programa Norteamericano para la Detección, Evaluación

y Tratamiento de la Hipercolesterolemia en Adultos (NCEP-ATP III) (Ford, Giles y Dietz, 2002; Grundy *et al.*, 2004). Cada uno de estos tres conjuntos de criterios diagnósticos se apoya en parámetros diferentes, si bien en todos ellos pueden combinarse la hiperglucemia, la hipertensión arterial, la hipertrigliceridemia, el cHDL bajo y la obesidad central (Tabla 22.4).

En el caso del grupo EGIR y la OMS, el binomio resistencia a la insulina/hiperinsulinemia es una exigencia fundamental para el diagnóstico. Por el contrario, en los criterios propuestos por el ATP-III, este binomio está ausente y se sustituye por la obtención de datos antropométricos y de laboratorio fácilmente adquiribles en la práctica clínica y, por tanto, accesibles no sólo al medio hospitalario sino también al ámbito de la atención primaria. Del mismo modo, en el ATP-III, la presencia de la obesidad central cobra protagonismo como criterio no supeditado a la presencia de resistencia insulínica, de diabetes y/o de intolerancia a los hidratos de carbono, tal como exigen la OMS o el grupo EGIR.

La urgencia de un criterio universalmente aceptado es evidente, pues los estudios epidemiológicos sobre el SM son ya abundantes en todo el mundo, debido fundamentalmente a que, según algunas estimaciones, en determinados países y poblaciones el SM ha adquirido el carácter de epidemia (Ferreira, 2005). En Estados Unidos, el estudio NHANES III, The IIIrd National Health and Nutrition Examination Survey (Ford *et al.*, 2002), llevado a cabo en 89 localidades de Estados Unidos y en el que se postularon por vez primera los criterios ATP-III, se descubrió una prevalencia global de SM del 22,8% en los varones y del 22,6% en las mujeres, siendo muy variables entre razas, estatus socioeconómico y asociado claramente a ciertos hábitos de vida potencialmente modificables (actividad física e ingestión elevada de carbohidratos). Las variables que más se asociaban con un incremento del riesgo de presentar síndrome metabólico fueron: edad, estado postmenopáusico, etnicidad mexicano-americana, mayor IMC, fumador activo, bajos ingresos económicos, alto consumo de carbohidratos, no ingestión de alcohol e inactividad física.

En Europa (EGIR, 2002) y con criterios de la OMS (excluidos los diabéticos), la prevalencia del SM se sitúa en el 23% (con límites entre el 7 y el 33% según la edad) en los varones y en el 12% (con límites entre el 5 y el 22% para edades entre 40 y 55 años) en las mujeres. Si se utiliza la definición EGIR, las cifras de prevalencia en países europeos descienden ligeramente al 16% en varones y al 9,7% en mujeres.

**Tabla 22.4.** Diferencias de criterios en el diagnóstico del síndrome metabólico (datos obtenidos de Grundy *et al.*, 2005).

Criterios	WHO(1999)	EGIR (1999)	ATP III (2001)	AACE (2003)	IDF (2005)
Resistencia-Insulina.	IGT, IFG, DM2, o resistencia a la insulina y al menos 2 de los siguientes criterios.	Hiperinsulinemia > percentil 75% y al menos 2 de los siguientes criterios.	Ninguno, 3 o más de los siguientes criterios.	IGT o IFG Más alguno de los siguientes basados en el diagnóstico.	Ninguno.
Obesidad.	ICC > 0,90 (V), > 0,85 (H) o IMC > 30 kg/m <sup>2</sup> .	Perímetro cintura: varones ≥ 94 cm; mujeres ≥ 80 cm.	Perímetro cintura: varones ≥ 102 cm; mujeres ≥ 88 cm.	IMC ≥ 25 kg/m <sup>2</sup> .	Perímetro de cintura: (específico población) Europeos: varones > 94 cm; mujeres > 80 cm y al menos 2 de los siguientes criterios.
Lípidos.	TG ≥ 150 mg/dl y/o cHDL < 35 mg/dl (V) cHDL < 39 mg/dl (H).	TG ≥150 y/o cHDL <39mg/dl (V y H).	TG: ≥ 150 mg/dl.  cHDL: < 40 mg/dl (V); cHDL: < 50 mg/dl (H).	TG: ≥ 150 mg/dl y cHDL: < 40 mg/dl (V); cHDL: < 50 mg/dl (H).	TG: ≥ 150 mg/dl o en tratamiento.  cHDL: < 40 mg/dl (V); cHDL: < 50 mg/dl (H) o en tratamiento.
Hipertensión.	≥ 140/90 mm.	≥ 140/90 mmHg o en tratamiento.	≥ 130/85 mmHg.	≥ 130/85 mmHg.	≥ 130/85 mmHg o en tratamiento.
Glucosa.	IGT, IFG, DM2.	IGT o IFG (pero no diabetes).	≥ 110 mg/dl (incluido diabetes).	IGT o IFG (pero no diabetes).	≥ 100 mg/dl (incluido diabetes).
Otros.	Microalbuminuria excreción urinaria de albúmina > 20 mg/24 h.			Otras características de la resistencia a la insulina.	

En España, en el estudio VIVA (*Variability of Insulin with Visceral Adiposity*), incluido en las estimaciones europeas del EGIR, se ha detectado una prevalencia del 19,3% según los criterios de la OMS y del 15,5% según los criterios del EGIR. En estudios llevados a cabo en distintas regiones de España se muestra un dato común, el aumento de la prevalencia del SM con la edad. Así, en la comunidad canaria, la prevalencia global es del 24,4% (Álvarez *et al.*, 2003). En la población rural y urbana de Segovia es del 16,3% en las mujeres frente al 11,8% en los varones, con una prevalencia global del 14,2% (criterios ATP-III). En este último estudio (Martínez Larrad *et al.*, 2005) llama la atención la mayor prevalencia de SM en las mujeres respecto a los varones, a diferencia de otros estudios de ámbito nacional y europeos.

Entre todos los criterios que se han postulado y se encuentran actualmente en uso para el diagnóstico del síndrome metabólico, los que clínicamente revisiten mayor interés son los del NCEP-ATP III, que fue donde por primera vez se consideró el SM como una entidad independiente y establece una definición clínica basada en los factores de riesgo, que resulta de muy fácil aplicación tanto en estudios epidemiológicos como en la práctica clínica diaria. Estos criterios no requieren, para su calificación diagnóstica, la pre-

sencia de insulinoresistencia o alteración de la glucemia en ayunas; tampoco requieren un incremento del peso corporal, sino sólo la simple evidencia de adiposidad abdominal (circunferencia de la cintura). Adicionalmente, el NCEP-ATP III asigna un papel predominante a las alteraciones lipídicas, y admite como parámetros separados los valores séricos de triglicéridos (≥150 mg/dl) y de cHDL (< 40 mg/dl en varones y < 50 mg/dl en mujeres). Todas estas características son específicas de los criterios del NCEP-ATP III, y no se contemplan en los de la OMS o del EGIR.

Para complicar todavía más la situación, la American Association of Clinical Endocrinologists (AACE) efectuó una modificación de la definición ATP-III. Esta nueva definición estaba basada en la consideración de que la resistencia a la insulina constituía el problema fundamental del SM (AACE, 2003).

La AACE recogió cuatro factores como “alteraciones identificativas” del SM:

- elevación de la concentración de triglicéridos,
- disminución de la concentración de cHDL,
- incremento de la PA y
- aumento de las concentraciones de glucosa, tanto en ayunas como después de la administración de glucosa.

Esta asociación excluyó la obesidad como componente del SM debido a que la obesidad central es un factor que contribuye a la aparición de resistencia a la insulina, más que una consecuencia de ésta. Al excluir la obesidad como un componente básico del SM, la definición de la AACE generó numerosas críticas, dada la gran cantidad de datos que sugieren que la obesidad es un factor de riesgo importante para la ECV. Recientemente la Federación Internacional de Diabetes (IDF, 2005) estableció por consenso que el diagnóstico de SM debe hacerse con el dato fundamental de la presencia de la obesidad central, estableciendo nuevos criterios para definir el SM que difieren de la ATP III (NCEP, 2001). La obesidad abdominal se constituye como piedra angular de la definición, con valores específicos según etnias. El punto de corte para el perímetro abdominal se reduce en 8 cm para la etnia europea y se contempla como criterio el estar recibiendo tratamiento farmacológico para la dislipidemia. La glucosa basal se reduce a valores de 100 mg/dl y cuando se encuentren valores por encima de éstos se recomienda la sobrecarga oral de glucosa, pero esta condición no es estrictamente necesaria para definir SM.

Con posterioridad a los criterios de la IDF, la Asociación Americana de Diabetes (ADA) y la Asociación Europea para el Estudio de la Diabetes (EASD), han informado conjuntamente que el concepto de SM está pobremente definido, se utiliza de forma inconsistente y por tanto resulta necesario llevar a cabo más investigaciones sobre el mismo. No obstante, la IDF y la comunidad de expertos en patología cardiovascular, están completamente de acuerdo en considerar que este grupo de factores de riesgo, estrechamente relacionados con la ECV, constituye una razón excelente para definir un síndrome. Posteriormente, la American Heart Association y el National Heart, Lung, and Blood Institute han publicado una clasificación ATP-III actualizada acerca del síndrome metabólico, en la que no se considera necesario el criterio del incremento del perímetro de la cintura en los pacientes en que hay otros tres factores de riesgo. La definición ATP-III también contempla una disminución del valor umbral del perímetro de la cintura en lo relativo al riesgo, sobre todo en las personas de origen asiáticoamericano.

Los nuevos criterios de la ATP-III y los formulados por la IDF son prácticamente iguales, y además también lo son sus recomendaciones respecto al tratamiento clínico.

En conclusión, la nueva definición de la IDF aborda necesidades clínicas y de investigación, representando una herramienta diagnóstica asequible e idónea para su aplicación en los distintos grupos de población de todo el mundo, y estableciendo una lista de posibles criterios adicionales que deberían ser incluidos en los estudios epidemiológicos y en otros estudios de investigación que se realicen acerca del síndrome metabólico (Tabla 22.5).

**Tabla 22.5.** Actualización de la definición ATP-III (American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute, 2005).

La presencia de 3 de los 5 criterios que se recogen a continuación constituye diagnóstico de síndrome metabólico. Valores umbral categóricos:

- Incremento del perímetro de la cintura<sup>a</sup>: 102 cm en los varones y 88 cm en las mujeres.
- Elevación de los triglicéridos: 150 mg/dl (1,7 mmol/l), o tratamiento farmacológico por elevación de los triglicéridos<sup>b</sup>.
- Disminución del cHDL: 40 mg/dl (0,9 mmol/l) en los varones, 50 mg/dl (1,1 mmol/l) en las mujeres, o tratamiento farmacológico para disminuir las concentraciones de cHDL<sup>b</sup>.
- Elevación de la presión arterial: 130 mmHg la sistólica y 85 mmHg la diastólica, o bien tratamiento medicamentoso de la hipertensión.
- Elevación de la glucemia en ayunas: 100 mg/dl o tratamiento farmacológico de la hiperglucemia.

a) Algunos adultos estadounidenses de origen no asiático (por ejemplo, personas de razas blanca o negra, y de origen hispano) con un incremento marginal del perímetro de la cintura (por ejemplo, 94-102 cm en los varones y 80-88 cm en las mujeres) pueden presentar resistencia a la insulina con un componente genético importante; en estas personas se pueden conseguir efectos beneficiosos importantes a través de las modificaciones en los hábitos del estilo de vida, de la misma manera que en los varones que presentan incrementos categóricos en el perímetro de la cintura. En las personas de origen asiático-americano parece apropiada la disminución del valor umbral del perímetro de la cintura (por ejemplo, 90 cm en los varones y 80 cm en las mujeres).

b) Los fibratos y el ácido nicotínico son los fármacos utilizados con mayor frecuencia en los pacientes con elevación de los triglicéridos y con disminución de las concentraciones de cHDL. En los pacientes que toman cualquiera de estos fármacos se presupone la elevación de los triglicéridos y la disminución del cHDL.

## 5. PREVENCIÓN Y ENFOQUE TERAPÉUTICO

La DM no es curable. El objetivo inmediato del tratamiento consiste en estabilizar la glucosa sanguínea y eliminar los síntomas producidos por la hiperglucemia. El objetivo a largo plazo debe procurar prolongar la vida, mejorar la calidad de vida, aliviar los síntomas y prevenir las complicaciones a largo plazo,

como la ECV, abordando globalmente los factores de riesgo cardiovascular.

Como hemos comentado anteriormente, las complicaciones están relacionadas fundamentalmente con la evolución temporal de la enfermedad y el mal control metabólico. La importancia de un buen control metabólico es la clave tanto en la DM1 como en la DM2, junto al abordaje global de los factores de riesgo cardiovascular.

Numerosos e importantes estudios han demostrado la correlación existente entre enfermedad coronaria e hiperglucemia postprandial. Por ello, la Asociación Americana de Diabetes recomienda el control de la glucemia postprandial y la utilización de terapias farmacológicas que reduzcan la misma en todos los pacientes diabéticos, con el fin de disminuir la incidencia de la enfermedad microvascular y macrovascular, y más concretamente la enfermedad coronaria (ADA, 2003).

La dislipemia en los diabéticos debe ser tratada energicamente con dieta y con fármacos hipolipemiantes, siendo las estatinas el primer escalón terapéutico. La eficacia de los diferentes fármacos hipolipemiantes en los descensos del colesterol-LDL y su relación con los acontecimientos coronarios, ha llevado a la necesidad de disponer de evidencias aleatorizadas a gran escala y ha propiciado el desarrollo de importantes estudios de intervención, siendo el *Heart Protection Study* (HPS) el primero en publicar sus resultados, demostrando una reducción del riesgo de enfermedad vascular de un tercio en la población diabética (en un 90% de tipo 2), independientemente de los niveles de colesterol en sangre, la edad o el sexo.

La conclusión de la mayoría de los autores es que los pacientes diabéticos deben ser considerados sujetos de alto riesgo cardiovascular, y en consecuencia, tributarios de una intervención energética para la prevención de la ECV, siendo prioritario el desarrollo de estrategias que permitan un diagnóstico precoz de la ECV en estos pacientes, fundamentalmente en los estadios asintomáticos, y lograr medidas terapéuticas más eficaces. La prevención primaria, por tanto, debe centrarse en corregir los FRCV modificables. Si además se tiene en cuenta la consideración de riesgo coronario equivalente de esta enfermedad, según las recomendaciones de la NCEP-III, el abordaje de la diabetes debe ser multifactorial y agresivo, cobrando un papel muy importante el cálculo periódico del riesgo cardiovascular, mediante las diferentes tablas, y la intervención terapéutica precoz. Según los últimos estudios, el beneficio es mayor con pequeñas reduc-

ciones de los diferentes FRCV, presentes en el diabético, que con actitudes muy agresivas en uno de ellos y poco intervencionistas en el resto (Tabla 22.6).

**Tabla 22.6.** Objetivos terapéuticos en la prevención y tratamiento de la ECV en la diabetes (SED, 2004).

Objetivos terapéuticos
<b>Control metabólico (normoglucemia)</b> Aceptable: glucemia < 140 mg/dl y HbA1c < 7% Ideal: glucemia basal < 110 mg/dl y HbA1c < 6%
<b>Normalización lipídica</b> CT < 170 mg/dl y TG < 150 mg/dl cLDL < 100 mg/dl o colesterol no HDL < 130 mg/dl cHDL > 40 mg/dl
<b>Control de la presión arterial (PA &lt; 130/80 mmHg)</b>
<b>Abandono del hábito de fumar</b>
<b>Pérdida de peso (normopeso)</b> Aceptable: IMC < 27 kg/m <sup>2</sup> Ideal: IMC < 25 kg/m <sup>2</sup>
<b>Ejercicio físico aeróbico frecuente</b>
<b>Otras medidas</b> Antiagregantes (se aconseja AAS a dosis bajas en sujetos con alto riesgo cardiovascular).

### **Educación diabetológica. Autocontrol**

Educar al paciente para que sea responsable de su propio control metabólico es uno de los aspectos de mayor interés en el abordaje del tratamiento de la DM. Como es lógico, las intervenciones terapéuticas tendrán que adaptarse al tipo de DM.

La automonitorización de la glucosa en la sangre se hace verificando el contenido de una gota de sangre capilar. La prueba regular informa al paciente sobre su dieta, ejercicio y medicamentos que consuma para controlar la diabetes. Los resultados le orientarán para ajustar las comidas, la actividad o los medicamentos a fin de mantener unos niveles de azúcar en sangre dentro de un rango apropiado. La Asociación Americana para la Diabetes (American Diabetes Association) recomienda que los niveles de azúcar en la sangre previos a las comidas bajen hasta un rango de 80 a 120 mg/dl, y a la hora de dormir se mantengan entre 100 y 140 mg/dl.

La hemoglobina A1c (HbA1c) o glicosilada, informa del promedio de glucosa en sangre durante los dos o tres meses previos a la determinación. Resulta una forma útil de controlar la respuesta general del paciente al tratamiento a lo largo del tiempo. Los niveles de HbA1c en personas no diabéticas oscilan alrededor del 5%. Las personas con diabetes deben tratar de mantenerlo por debajo del 7%.

La determinación de cuerpos cetónicos en orina suele utilizarse en los diabéticos tipo 1. Proceden del metabolismo de las grasas cuando no hay suficiente insulina para utilizar preferentemente la glucosa. Niveles altos de cuerpos cetónicos pueden conducir a una acidosis metabólica grave, denominada *cetoacidosis* diabética. La determinación debe hacerse: a) cuando el nivel de azúcar supere 240 mg/dl, b) en el transcurso de enfermedades agudas, c) cuando se presentan náuseas o vómitos, e) durante el embarazo.

El desarrollo de conocimientos y habilidades básicas para el manejo de la diabetes ayudarán al paciente a prevenir las complicaciones agudas y a mejorar el control metabólico.

### **Terapia farmacológica sustitutiva (insulina)**

Se trata de reproducir de la manera más fiel posible la falta de secreción de las células beta pancreáticas en los diabéticos tipo 1. Para ello se utilizan diferentes tipos de insulina cuya rapidez de acción varía en relación con su absorción. Se pueden utilizar mezclas para conseguir el efecto deseado. Existen bombas de insulina que el paciente lleva permanentemente, evitando las punciones antes de cada comida.

### **Terapia farmacológica oral (antidiabéticos orales)**

A diferencia de la diabetes tipo 1, la diabetes tipo 2 puede responder al tratamiento con ejercicio, dieta y/o medicación oral. Existen varios tipos de fármacos orales que reducen el nivel de glucosa en la diabetes tipo 2. Se clasifican en tres grupos:

- Fármacos que incrementan la producción de insulina por parte del páncreas.
- Fármacos que incrementan la sensibilidad a la insulina.
- Fármacos que retardan la absorción de glucosa en el intestino.

La mayoría de los diabéticos tipo 2 requerirán más de un medicamento para un buen control del azúcar en la sangre en los tres primeros años de comenzar el tratamiento pudiéndose combinar diferentes grupos de fármacos orales o utilizar su combinación con la insulina.

### **Dieta y ejercicio**

Constituyen dos importantes factores de riesgo modificables en el paciente diabético y por tanto del máximo interés en la prevención y tratamiento. El manejo del peso es importante para lograr el control de la diabetes. Algunas personas con diabetes tipo 2

pueden incluso suspender la medicación oral después de reducir el exceso de peso y aumentar su actividad física, aunque la diabetes aún esté presente.

## **6. EL EJERCICIO FÍSICO COMO ESTILO DE VIDA Y COMO TERAPIA**

El ejercicio regular es particularmente importante para las personas diabéticas, porque ayuda a controlar la cantidad de azúcar en la sangre, a perder peso y a controlar la presión sanguínea alta. Los diabéticos que hacen ejercicio tienen menos probabilidades de experimentar un ataque cardíaco o un accidente cerebrovascular que los que no lo hacen regularmente. Antes de iniciar un programa de ejercicios, el diabético debe ser evaluado por un médico.

Algunas consideraciones acerca del ejercicio son:

- Escoger una actividad física que el paciente pueda disfrutar y que sea apropiada para su nivel de salud actual.
- Ejercitarse en lo posible todos los días y a la misma hora.
- Verificar los *niveles de glucosa en sangre*, antes y después del ejercicio.
- Llevar alimentos que contengan un carbohidrato de acción rápida en caso de que el paciente se ponga *hipoglucémico* durante o después del ejercicio.
- Portar una tarjeta de identificación como diabético y un teléfono móvil o monedas para hacer una llamada en caso de emergencia.
- Beber líquidos adicionales que no contengan azúcar antes, durante y después del ejercicio.

Los cambios en la intensidad y duración del ejercicio pueden exigir modificaciones en la dieta o en los medicamentos para mantener los niveles de glucosa en sangre dentro de un rango apropiado.

Algunas recomendaciones generales que se podrían apuntar al respecto son:

El ejercicio más recomendado es aquel que permita al sujeto poder controlar su intensidad perfectamente, por lo que uno de los más recomendados es caminar. Este tipo de ejercicio, con una característica predominantemente aeróbica, aporta, por otro lado, un trabajo que mejora a nivel cardiorrespiratorio, aspecto importante para esta población. Evidentemente, es aconsejable definir exactamente qué aspectos particulares tiene cada paciente en cuanto a la diabetes,

si existe obesidad, etc., para poder aplicar un tipo de ejercicio donde haya que soportar el peso corporal, o por el contrario, otro donde éste se vea liberado.

Los diferentes estudios que han hecho mención a las veces por semana que es necesario que esta población trabaje, lo hacen en torno a las dos a cinco veces por semana (Honkola *et al.*, 1998; Ishii *et al.*, 1998; Dunstan *et al.*, 1998, 2002). Sin embargo, las veces por semana está muy unido a la duración del programa de entrenamiento. Para que con dos veces por semana de entrenamiento pueda tener un efecto positivo será necesario un total de trece semanas (Eriksson *et al.*, 1997), aunque los programas con una duración en el tiempo mayor, que llegan a las 16 y 26 semanas y se realice ejercicio tres veces por semana, van a tener un beneficio más a largo plazo, que por otro lado, creará un hábito de vida en el paciente (Castaneda *et al.*, 2002; Dunstan *et al.*, 2002).

Es interesante destacar el estudio de Cuff *et al.* (2003), donde en un programa de dieciséis semanas, con tres veces por semana, compararon un grupo control, con dos grupos con diferentes tipos de ejercicios, una combinación de trabajo aeróbico y de resistencia muscular, y otro solamente trabajo aeróbico. Estos autores determinaron que el ejercicio mejoraba el estado de los pacientes diabéticos, no existiendo diferencias en el grupo control. De todas formas, el tipo de ejercicio no determinó diferencias significativas en cuanto a la mejora con un tipo de ejercicio u otro.

En cuanto a la intensidad del ejercicio, se recomienda una intensidad baja o moderada, en torno al 40-70% del  $\text{VO}_2$  máx, para obtener beneficios cardiorrespiratorios y metabólicos. Así, se minimizan los riesgos y se maximizan los beneficios para la salud asociados a la actividad física en esta población.

Si controlamos la intensidad por medio de la *frecuencia cardiaca*, el rango de entrenamiento equivale a 50-80% de la frecuencia cardiaca de reserva o al 60-90% de la frecuencia cardiaca máxima. Si se realizan ejercicios de resistencia muscular, los estudios marcan unos porcentajes en torno al 40-60% de 1RM (Dunstan *et al.*, 1998; Ishii *et al.*, 1998; Maiorana *et al.*, 2002).

En cuanto a la duración de la sesión del entrenamiento, y dependiendo de la patología exacta del sujeto, deben tener una duración mínima de entre 20 y 60 minutos (ACSM, 2000; CDA, 2003), con lo cual, lo primero que se tendrá que realizar, es ver qué tipo de patología tiene el sujeto, tipo de diabetes, y si va asociado a un nivel de obesidad o no. Posteriormente, planificar un programa de entrenamiento con una duración mínima de ocho semanas, pero que se recomendará que sea más extenso, dieciséis a más semanas, para con ello contribuir a un hábito de vida en la persona. Será necesario un mínimo de tres veces por semana, con una duración de entre 30 y 60 minutos, dependiendo de los factores anteriormente comentados. El ejercicio deberá de ser de intensidad baja o moderada, en torno al 60-90% de la frecuencia cardiaca máxima, o en ejercicios de fuerza, en torno al 40-60% de 1RM, donde se trabajen un mínimo de ocho grupos musculares y se realicen de diez a quince repeticiones. Por lo tanto, el tipo de ejercicio se recomienda que tenga un trabajo que implique una mejora del sistema cardiorrespiratorio, el cual no importa si se consigue con un trabajo meramente aeróbico o de resistencia muscular, con las orientaciones citadas.

Otro aspecto que es interesante es que antes de empezar cualquier tipo de sesión, realizar una valoración del estado de glucosa en sangre, de manera que si el individuo tiene unos valores mayores de 250 mg/dl, se deberá posponer la actividad. Si se tiene menos de 100 mg/dl, se recomienda ingerir algún tipo de hidrato de carbono, y si los valores están en torno a los 100-250 mg/dl, se puede realizar la actividad física.

Evidentemente, llevar un control diario de los valores de glucosa en sangre antes y después de la actividad física, proporcionará realizar variaciones en las cargas de entrenamiento y realizar una progresión de la carga de manera individualizada y adecuada. Poder, a su vez, registrar las sensaciones de los sujetos, por medio por ejemplo de una escala de Borg, ayudará a poder tener una información subjetiva, que será muy interesante sobre todo para individuos principiantes.

# Actividad física y enfermedades respiratorias

José López Chicharro

## OBJETIVOS

- Conocer la fisiopatología de las enfermedades pulmonares en las que el ejercicio físico está indicado como parte del tratamiento.
- Comprender las respuestas y adaptaciones al ejercicio físico.
- Ser capaces de estructurar una prescripción adecuada de actividad física en estos pacientes.

## 1. ENFERMEDAD PULMONAR OBSTRUCTIVA CRÓNICA (EPOC)

### 1.1. Fisiopatología

La enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) es el nombre genérico de un grupo de enfermedades progresivas que se caracterizan por la destrucción de la pared alveolar y el estrechamiento de los bronquiolos, la retención de secreciones mucosas y la debilidad de los músculos respiratorios. La principal consecuencia fisiopatológica de esas alteraciones es la limitación (concepto algo más amplio que la obstrucción) al flujo espiratorio (menor velocidad de vaciado del sistema respiratorio) (Puente Maestu y Martínez Abad, 2006).

Entre las distintas enfermedades que engloba la EPOC se encuentran el enfisema, el asma y la bronquitis crónica.

El *enfisema* está caracterizado por una pérdida progresiva de alvéolos y de la red vascular asociada, lo que provoca un aumento permanente de los espacios aéreos distales a los bronquiolos terminales con destrucción de la pared. En el enfisema, las fibras elásticas del parénquima pulmonar se rompen y desgarran.

La *bronquitis crónica* se caracteriza por la presencia de una tos persistente productiva (al menos tres meses en dos años consecutivos), con episodios frecuentes de infección y disnea.

El *asma* se caracteriza por la inflamación de la vía aérea y se manifiesta por una hiperreactividad bronquial frente a distintos estímulos, y por una obstrucción de la vía aérea, que generalmente revierte espontáneamente o con tratamiento.

La causa principal de la EPOC es el hábito de fumar, considerando que entre el 15% y el 20% de las personas que fuman durante mucho tiempo desarrollarán la enfermedad. El consumo prolongado de tabaco ocasiona la inflamación del pulmón y grados variables de *destrucción* de los alvéolos, lo que conlleva inflamación y estrechamiento de las vías aéreas (*bronquitis crónica*), o ensanchamiento permanente de los alvéolos pulmonares con reducción de la elasticidad de los pulmones (*enfisema*). No obstante, y en raras ocasiones (deficiencia de la enzima alfa-1 antitripsina), se puede desarrollar enfisema en personas que no fuman.

Los enfermos con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) manifiestan como sintomatología de forma más o menos permanente: dificultad respiratoria (disnea), tos (puede ser o no productiva) e intolerancia al ejercicio. Además, la sangre no se

oxigena adecuadamente (hipoxemia) y suele cursar con elevados niveles de dióxido de carbono (acidosis respiratoria). Las pruebas de función pulmonar en reposo (espirometría) manifiestan un descenso de la tasa de flujo de aire en la espiración (volumen de aire espirado en el primer segundo: FEV<sub>1</sub>), así como pulmones sobreexpandidos.

La gravedad de la obstrucción aérea afecta a la supervivencia de los pacientes con EPOC. La mortalidad de los pacientes con un FEV<sub>1</sub> > 50% del valor teórico, es comparable a la de la población general. En los pacientes con FEV<sub>1</sub> < 30% de los valores teóricos, la mortalidad aproximada es de un 30% al año y un 95% a los diez años.

## 1.2. Respuesta al ejercicio y valoración funcional

La utilidad clínica del ejercicio como técnica diagnóstica (prueba de esfuerzo con análisis del intercambio gaseoso: ergoespirometría) es importante, ya que en los estadios iniciales de la enfermedad sólo se ponen de manifiesto signos y síntomas al realizar ejercicio físico.

El *test de esfuerzo* en pacientes con EPOC se utiliza para evaluar la severidad de la enfermedad, identificar déficits funcionales específicos y valorar la efectividad del tratamiento (Oga *et al.*, 2000; Covery *et al.*, 2000). Los tests ergométricos con protocolos incrementales tienen como principal objetivo determinar el nivel de ejercicio en el que el paciente puede no responder apropiadamente. Además, estos tests permiten la determinación de la capacidad funcional pico de los pacientes, y los posibles factores que pueden limitar esa capacidad.

En ocasiones, y para evitar riesgos de arritmias cardíacas graves o importantes descensos de los niveles de O<sub>2</sub> arterial que se asocian con más frecuencia a niveles máximos de ejercicio, es deseable utilizar tests submáximos que permitan predecir la capacidad pico de ejercicio (ACSM, 2000), a partir de la realización de varias cargas submáximas del mismo. De todas formas estos tests submáximos no son muy utilizados en la valoración funcional de pacientes con EPOC, debido a que en muchas ocasiones la limitación pulmonar impide llegar a una intensidad suficiente para poder realizar una adecuada predicción; así, los test submáximos son utilizados frecuentemente para valorar la eficacia del tratamiento. Los efectos positivos del entrenamiento pueden ser identificados en

pacientes que han demostrado un descenso de la PaO<sub>2</sub> en determinadas cargas de trabajo; el desempeño de esas mismas cargas después de un periodo de tratamiento, y la monitorización apropiada de variables fisiológicas (por ejemplo, PaO<sub>2</sub>) indicará la eficacia del mismo.

Por otra parte, la distancia recorrida en un cierto tiempo también puede ser utilizada para valorar la capacidad de trabajo pico de un paciente. El test más utilizado es el "test de los 6 min.", que puede realizarse con mucha facilidad. Durante este tests se puede monitorizar la frecuencia cardíaca y la saturación arterial de O<sub>2</sub> (mediante oximetría de pulso). Estos tests tienen la ventaja de que son más funcionales, y pueden ofrecer al clínico una valoración más apropiada de cómo un paciente responde a las actividades cotidianas de la vida diaria.

En las pruebas de esfuerzo en pacientes con EPOC, hemos de considerar que conocer si el paciente desatura, es el equivalente a conocer si en un paciente cardíaco ocurre una arritmia. También es importante en las pruebas de esfuerzo monitorizar la PaCO<sub>2</sub>, que habitualmente se realiza de forma indirecta mediante la P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> (es decir, la medida de la presión de CO<sub>2</sub> del aire final de la espiración). Esta medida nos da información del grado de hiper o hipoventilación pulmonar durante el esfuerzo.

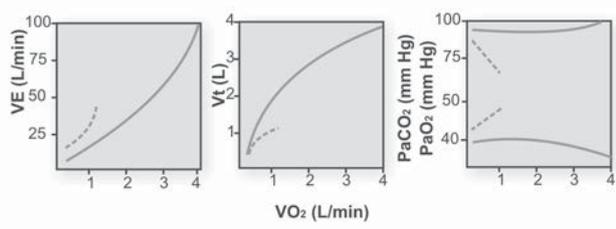
Todas esas variables son más sencillas de controlar en cicloergómetro que en tapiz rodante, pero este último implica un movimiento más natural para la mayoría de los pacientes.

Los criterios para finalizar el test de esfuerzo incluyen los estándares para cualquier ergometría y el descenso de la saturación de O<sub>2</sub> < 75%.

**Respuestas fisiológicas al ejercicio.** La capacidad de ejercicio de los pacientes con EPOC permanece normal hasta que la disfunción pulmonar es severa. Esta falta de relación lineal entre la capacidad de ejercicio y la disfunción pulmonar probablemente se debe a la reserva fisiológica de la función pulmonar. Así, durante el ejercicio a máxima intensidad en sujetos sanos, aproximadamente el 20% de la capacidad pulmonar no puede ser utilizada, pero conforme la enfermedad pulmonar obstructiva avanza, esa reserva va disminuyendo hasta llegar a desaparecer. Por tanto, sólo después de que una importante reserva funcional pulmonar haya desaparecido, la capacidad de ejercicio se verá afectada (LeMura y Duvillard, 2004).

Entre las respuestas típicas del paciente con limitación crónica del flujo aéreo al ejercicio, resaltamos las siguientes:

- *Ventilación y patrón respiratorio.* Los pacientes manifiestan un aumento de la ventilación del espacio muerto, que en muchas ocasiones se asocia con una menor ventilación alveolar, que en general es menor que el incremento del espacio muerto, lo que hace que la ventilación pulmonar sea más elevada para una determinada tasa metabólica, respecto a sujetos sanos. En cualquier caso, la capacidad ventilatoria máxima está reducida en estos pacientes, cursando con menores valores de volumen tidal y mayores de frecuencia respiratoria respecto a sujetos sanos, para similares tasas de ventilación. Además, en muchos pacientes ocurrirá un descenso de la  $PaO_2$  y un aumento de la  $PaCO_2$  (Figura 23.1). La base de esos cambios es la destrucción del pulmón, y el aumento consiguiente del volumen del espacio muerto.



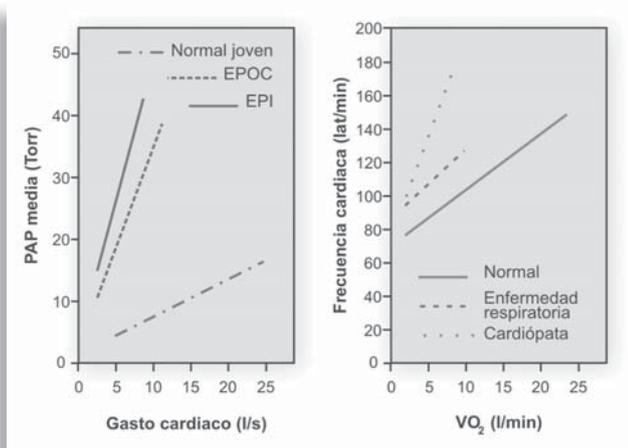
**Figura 23.1.** La respuesta ventilatoria al ejercicio, muestra en las abscisas el consumo de oxígeno ( $VO_2$ ), en personas sanas (línea continua) y en pacientes con EPOC severo (línea discontinua). VE: ventilación pulmonar. Vt: volumen corriente.  $PaO_2$ : presión arterial de oxígeno.  $PaCO_2$ : presión arterial de dióxido de carbono (modificado de Cerny y Zhan, 2004).

La destrucción del pulmón lleva a una inadecuada redistribución tanto de la ventilación alveolar ( $V_A$ ) como de la perfusión pulmonar (Q), con una desigual relación  $V_A/Q$  (Minh, 1979; Mithoefer *et al.*, 1978), que unida a un menor  $PvO_2$  durante el ejercicio, facilitará el descenso de la  $PaO_2$ .

Por otra parte, en los sujetos sanos el aumento de la frecuencia respiratoria durante el ejercicio se debe a una reducción tanto de la duración de la inspiración como de la espiración, aunque la espiración se acorta más, de forma que la relación entre el tiempo inspiratorio y el tiempo total ( $Ti/Tt$ ) pasa, de 0,35-0,40 en reposo, a 0,5 ó 0,55 en ejercicio. En los pacientes con EPOC la relación  $Ti/Tt$  permanece igual a los valores de reposo, o se observa una reducción hasta cifras del orden de 0,30-0,35 (Puente Maestu y Martínez Abad, 2006).

- *Mecánica ventilatoria.* Se observa una reducción del flujo espiratorio máximo, así como un descenso de la duración del ciclo inspiratorio respecto a sujetos sanos, con el fin de aumentar la ventilación pulmonar. Según Puente Maestu (2006), el problema en la obstrucción al flujo espiratorio no es que la carga mecánica esté aumentada en reposo, sino que la enfermedad, debido a que produce limitación del flujo espiratorio, fuerza al sistema respiratorio a operar cerca de su capacidad pulmonar total, en rangos de volumen para los que no está diseñado, donde el sistema es más rígido, y los músculos inspiratorios más débiles. En la enfermedad obstructiva pulmonar los músculos inspiratorios se ven obligados a trabajar en condiciones mecánicas más desfavorables, a mayor velocidad y contra una resistencia elástica mayor. La consecuencia es la aparición de disnea.
- *Gases sanguíneos e intercambio gaseoso.* Estos pacientes desaturan la hemoglobina con más frecuencia que los sujetos sanos; la hipoxemia arterial resultante limita la capacidad funcional durante el ejercicio, al limitar la cesión de oxígeno a los músculos ejercitantes, además de provocar un incremento reflejo de la ventilación y de la frecuencia respiratoria.
- *Función muscular respiratoria.* Los pacientes con EPOC generan durante el ejercicio presiones inspiratorias más elevadas que los sujetos sanos. Esto puede ocasionar fatiga de los músculos respiratorios si se prolonga el esfuerzo físico, siendo uno de los factores que contribuye a la limitación funcional aeróbica de estos pacientes.
- *Función cardiaca.* Generalmente la frecuencia cardiaca máxima alcanzada es menor que la predicha para la edad del paciente debido a la limitación ventilatoria al ejercicio de alta intensidad. Igualmente el gasto cardiaco máximo alcanzado en estos pacientes es menor que en sujetos sanos, así como los valores máximos del pulso de oxígeno. En cualquier caso, aunque la respuesta del gasto cardiaco sea normal, los pacientes con EPOC tienen una taquicardia mayor para un determinado nivel de ejercicio, lo que implica que el volumen sistólico sea más bajo (Figura 23.2). Los motivos del menor volumen sistólico parecen ser la hipertensión pulmonar que suele presentarse en esta enfermedad por afectación vascular pulmonar y por

hipoxemia. Además, estos pacientes pueden desarrollar disfunción ventricular derecha en el ejercicio, pudiendo llegar a desarrollar incluso una disfunción ventricular izquierda.



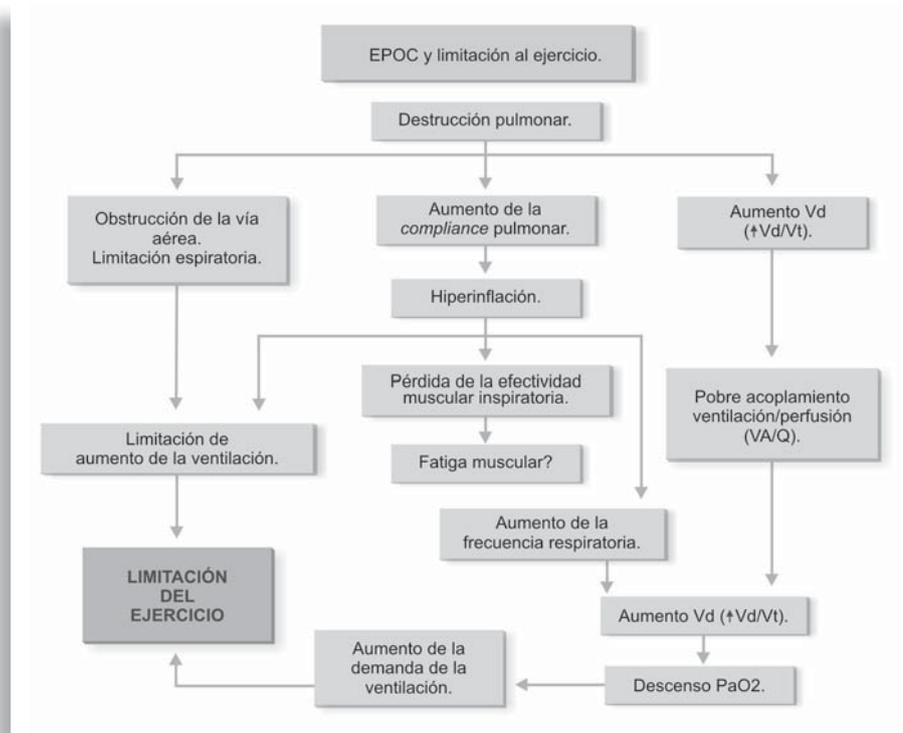
**Figura 23.2.** Función cardiaca durante el ejercicio en las enfermedades respiratorias. EPI: enfermedad intersticial. PAP: presión arterial pulmonar (tomado de Puente-Maestu y Martínez-Abad, 2006).

- **Función muscular.** Los pacientes con EPOC tienen generalmente una reducción de la masa muscular (atrofia) en las extremidades infe-

riores, con una disminución del porcentaje de fibras I y IIa. Esta atrofia de fibras I y IIa se produce sobre todo en las piernas, en menor medida en brazos y no se observa en músculos respiratorios. Estos cambios se asocian a un descenso de la capilarización muscular y a una disminución de la actividad de enzimas aeróbicas. La consecuencia más importante de la atrofia muscular es la disminución de la fuerza, que será mayor en piernas que en brazos.

- **Acidosis metabólica.** Aunque las concentraciones máximas de lactato en esfuerzo máximo son menores que en sujetos sanos, a intensidades submáximas la acidosis (aumento de la concentración de lactato en sangre) aparece en menores cargas de trabajo respecto a sujetos sanos.
- **Tasa metabólica.** Aunque el consumo de oxígeno (VO<sub>2</sub>) está ligeramente aumentado en reposo en estos enfermos, no parece existir diferencias en la relación VO<sub>2</sub>/carga de trabajo.

La Figura 23.3 describe las alteraciones mecánicas y del intercambio gaseoso, que provocan el descenso de la capacidad funcional en pacientes con EPOC.



**Figura 23.3.** Relación dinámica entre los efectos de la EPOC en los pulmones y las alteraciones fisiológicas que provocan la limitación al ejercicio (modificado de Cerny y Zhan, 2004).

### 1.3. Prescripción de actividad física y adaptaciones al entrenamiento

Antes de realizar una programación de ejercicio en estos pacientes conviene tener en cuenta que:

- Estos pacientes tienen más disnea para cualquier carga de trabajo, habiendo generalmente una limitación muscular (fatiga) al ejercicio.
- La fuerza muscular a menudo está reducida, así como el metabolismo muscular.
- La función pulmonar no siempre se ve favorecida con el entrenamiento físico.
- La función cardiovascular sí se ve favorecida significativamente con el ejercicio programado. Así, se ha descrito un descenso de la frecuencia cardíaca en reposo y en ejercicio submáximo, no encontrando modificaciones (como en sanos) de los valores de frecuencia cardíaca máxima. También se ha descrito una disminución de la presión arterial sistémica y pulmonar, en reposo.
- Varios autores han descrito una mejora significativa en el consumo pico de oxígeno ( $\text{VO}_2$  pico), así como un descenso de las concentraciones sanguíneas de lactato en esfuerzos submáximos.

De los resultados de muchos estudios que han utilizado la actividad física como arma terapéutica se puede extraer que los pacientes con EPOC aumentan la tolerancia al ejercicio después de un programa de entrenamiento, no quedando totalmente clarificadas la intensidad y modalidad de ejercicios más adecuadas.

Por otra parte, no parece que existan contraindicaciones absolutas para que estos pacientes realicen un programa de ejercicio, ni siquiera en presencia de “cor pulmonale”. Por tanto, el entrenamiento físico debe formar parte del arsenal terapéutico en pacientes con EPOC.

#### 1.3.1. Consideraciones generales de la prescripción de ejercicio físico en estos pacientes

Antes de comenzar un programa de entrenamiento físico el paciente con EPOC ha de ser examinado con detenimiento en relación a la respuesta al ejercicio. Es necesario realizar una valoración ergoespirométrica, es decir, una prueba de esfuerzo con análisis del intercambio gaseoso, explorando con atención durante la misma la aparición de disnea y fatiga muscular de

los miembros inferiores. Del mismo modo se deberá valorar la carga de trabajo máxima alcanzada, la percepción subjetiva del esfuerzo, el trazado electrocardiográfico, la presión arterial y la saturación arterial de oxígeno.

Aunque clásicamente los programas de ejercicio en pacientes con EPOC se han ocupado prioritariamente del entrenamiento de los músculos de miembros inferiores, los episodios de disnea ocurren con mucha frecuencia en la vida diaria mientras se ejercitan los miembros superiores, por lo que deberemos tener en cuenta este hecho para realizar una adecuada planificación de actividad física. Este entrenamiento de miembros superiores debería plantearse como fuerza-resistencia, si bien, no hay datos disponibles de series amplias al respecto.

Cuando la severidad de la EPOC es importante, y el paciente presenta hipoxemia a intensidades bajas de ejercicio, las sesiones de entrenamiento se realizarán con administración continuada de oxígeno, aun cuando el paciente no lo necesite en situación de reposo. Respecto a los pacientes con oxigenoterapia en reposo, pueden realizar ejercicio de baja intensidad, siempre que se garantice que la hipoxemia no se acentúa durante el ejercicio.

#### 1.3.2. Prescripción de ejercicio aeróbico

Varios aspectos son importantes cuando se considera la posibilidad de prescribir ejercicio aeróbico en pacientes con enfermedad pulmonar crónica (Cooper, 2001): 1) ¿En que etapa de la progresión de la enfermedad debería implantarse el programa de ejercicio físico?; 2) ¿Cuál es el potencial de mejora con el entrenamiento de resistencia aeróbica?; 3) ¿Cómo debería prescribirse el ejercicio?; y 4) ¿Qué se considerará como respuesta positiva al programa de ejercicio, y cómo se evaluará?

La enfermedad pulmonar crónica a menudo cursa con un deterioro progresivo de la capacidad funcional, debido al círculo vicioso de inactividad física y descondicionamiento. El ejercicio físico es capaz de mejorar la capacidad funcional hasta un 20%, pero las ganancias disminuyen con la edad en términos absolutos. En otras palabras, conforme un sujeto cumple años, la ganancia potencial derivada del entrenamiento físico disminuye en términos de capacidad para realizar trabajo adicional externo.

La comparación del volumen espiratorio forzado en el primer segundo ( $\text{FEV}_1$ ) con su valor predicho, ofrece

la oportunidad de clasificar esta enfermedad (Siafakas *et al.*, 2001). En este sentido existe un consenso en que los pacientes con EPOC deberían iniciar la rehabilitación pulmonar una vez que su FEV<sub>1</sub> disminuya por debajo del 50-60% de su valor predicho.

- *Tipo de ejercicio.* Se recomienda el ejercicio aeróbico basado en la participación de los grandes músculos de las piernas (Ries y ACCP/AACVPR, 1997). El entrenamiento aeróbico con los brazos es menos efectivo para la mejora de la capacidad funcional, aunque deberá considerarse en aquellos pacientes que utilicen con frecuencia los miembros superiores en sus tareas cotidianas.

Caminar es la modalidad de ejercicio generalmente recomendada en estos pacientes, debido a la rapidez de adaptación y a la mayor semejanza con las actividades diarias. En algunos casos, como en pacientes con artritis, deformidad de articulaciones u obesidad mórbida, el cicloergómetro se selecciona por su bajo impacto sobre el sistema músculo-esquelético.

- *Frecuencia y duración.* El entrenamiento aeróbico debería durar alrededor de los 30 min/sesión, tres-cinco días por semana (ACSM, 1998; US Department of Health and Human Services, 1996), no recomendándose menos de tres sesiones/semana para poder alcanzar cambios significativos. Por otra parte, necesitaremos de seis a ocho semanas de entrenamiento para objetivar cambios de adaptación permanentes.
- *Intensidad.* Varios estudios han indicado que los pacientes con EPOC deberán entrenar a una intensidad tan alta como pueda ser tolerada, con las debidas consideraciones a la seguridad del paciente. La determinación de la intensidad óptima de ejercicio es la esencia de la prescripción de ejercicio aeróbico.

Tres criterios deberían considerarse en la definición de la intensidad del ejercicio (Cooper, 2001). *Primero*, la intensidad del ejercicio debería tener una referencia (*target*) que representa la mínima intensidad necesaria para producir respuestas clínicamente significativas. Esto no significa que la intensidad por debajo de esa referencia no sea efectiva, sino que los efectos no llegan a traducir beneficios en el ámbito clínico. *Segundo*, la intensidad debería tener un rango, un límite superior que debe

estar definido por la aceptación del paciente y la seguridad. *Tercero*, el programa debe tener en cuenta la progresión de la intensidad, esto es, el aumento de la intensidad absoluta para poder mantener la intensidad relativa en función de las adaptaciones que se vayan produciendo.

Para controlar la intensidad del ejercicio a aplicar en estos enfermos podemos utilizar distintas variables: la carga externa de trabajo (W), el VO<sub>2</sub>, la frecuencia cardiaca (FC) y la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE).

Se sabe que los pacientes con EPOC son capaces de alcanzar más del 80% de la W<sub>máx</sub> o VO<sub>2</sub> como intensidad del entrenamiento, debido a que en estos pacientes no existe una limitación cardiovascular convencional, lo que complica predecir qué porcentaje de la carga máxima alcanzada en la prueba de esfuerzo es la más adecuada.

La aproximación tradicional más utilizada es el control por la FC o %FC<sub>máx</sub>. No obstante, hay que tener en cuenta que en estos pacientes, la relación entre la FC y la intensidad del ejercicio no es la misma que en sujetos sanos, por lo que su utilización puede conllevar importantes errores.

En este sentido, la utilización de la RPE ofrece más ventajas que la FC. La escala de rango 6-20 es preferible a la escala de rango 1-10. Los valores más utilizados van de 12 a 16. Otros programas de rehabilitación pulmonar utilizan la percepción de la ventilación pulmonar como percepción de esfuerzo.

El test ergoespirométrico máximo puede ayudar a identificar limitaciones específicas al ejercicio en pacientes con enfermedad pulmonar crónica. Importantes limitaciones se muestran en la Tabla 23.1, junto con sus manifestaciones y objetivos de la prescripción de ejercicio. La identificación de estas limitaciones específicas puede llevar a requerir la monitorización del paciente durante las sesiones de entrenamiento.

- *Progresión.* Las necesidades de progresión deben ser cuidadosamente consideradas con vistas a la duración del ejercicio. La duración recomendada para una sesión de entrenamiento es de 30 min de ejercicio aeróbico acumulado. Sin embargo, los pacientes con enfermedad pulmonar a menudo no alcanzan los 30 min de ejercicio continuo hasta varias

**Tabla 23.1.** Limitaciones específicas al ejercicio en enfermedad pulmonar crónica, y la influencia de la prescripción de ejercicio.

Limitación específica	Umbral de intensidad	Objetivo de la prescripción de ejercicio
<b>Descondicionamiento físico</b> (ej., acidosis láctica precoz).	Acidosis láctica (umbral anaeróbico).	<b>Acondicionamiento físico</b> La intensidad objetivo, debe ser superior al umbral anaeróbico.
<b>Limitación ventilatoria</b> (ej., $VE_{max} = MVV$ ).	Disnea, hipoxemia, acidosis láctica, hipoventilación alveolar.	<b>Aumento capacidad ventilatoria</b> Mejora mecánica pulmonar. Mejora de la fuerza de los músculos respiratorios.
<b>Ineficiencia ventilatoria</b> (ej., hiperinsuflación en EPOC o elevada $V_D/V_T$ ).	Broncoespasmo o colapso de la vía aérea. Taquipnea Hipoventilación.	<b>Mejora de la obstrucción espiratoria</b> Optimizar la terapia broncodilatadora. <b>Reducir la frecuencia respiratoria</b> Técnicas de respiración. Control del pánico.
<b>Fallo en el intercambio gaseoso</b> (ej., hipoxemia o hipercapnia).	Desaturación. Acidosis respiratoria.	<b>Prevenir la hipoxemia y la hipoventilación</b> Oxígeno suplementario. Ventilación asistida.
Limitación cardiovascular (ej., isquemia miocárdica, hipertensión, enfermedad vascular pulmonar).	Angina. Hipertensión. Arritmias.	<b>Monitorización cardiovascular</b> ECG por telemetría. Presión arterial durante ejercicio. Ajustar intensidad en el rango de seguridad. Ajustar la medicación cardiovascular.
<b>Limitación sintomática</b>	Disnea, Ansiedad, Miedo.	<b>Psicoterapia</b> Desensibilización, control del pánico.

semanas después de iniciar el programa del mismo. En sujetos normales, el entrenamiento con intervalos se ha demostrado que es igual de efectivo para mejorar el  $VO_2$  máx y el umbral láctico (LT). La experiencia con enfermos pulmonares también indica que esta forma de entrenar es efectiva, así Lonsdorfer-Wolf *et al.*, (2004) observaron que fases de ejercicio de 1 min de duración (90%  $W_{máx}$ ) alternadas con fases de descanso activo de 4 min (100% umbral ventilatorio), eran bien toleradas por pacientes con EPOC, no observando aumentos excesivos de la presión arterial pulmonar.

### 1.3.3. Prescripción de ejercicio de fuerza

La evidencia disponible sugiere que la pérdida de fuerza muscular es proporcional a la pérdida de masa muscular en pacientes con EPOC, y que la disfunción muscular periférica contribuye a la intolerancia al ejercicio (Casaburi *et al.*, 1999; Falange y Wagner, 2000). Parece claro que el entrenamiento de fuerza puede llegar a prevenir la disfunción muscular en estos pacientes, pero ha sido escasamente estudiada.

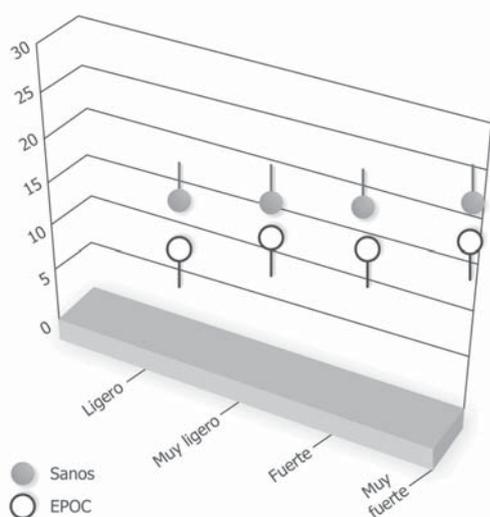
Así, Hamilton *et al.*, (1995) estudiaron a 785 pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva y no obstructiva moderadas ( $FEV_1 = 65 \pm 15\%$ ) y 919 sujetos sanos de edad similar, y demostraron que en el grupo de pacientes los valores de la fuerza eran del 81% en comparación con el de los sujetos sanos en los grupos musculares estudiados. Además los autores observaron que la carga máxima de trabajo alcanzada en una prueba de esfuerzo en cicloergómetro por los pacientes pulmonares fue del 73% respecto a los sujetos sanos. La carga máxima de trabajo se correlacionó significativamente con la fuerza de los músculos extensores de la rodilla en ambos grupos de sujetos (Hamilton *et al.*, 1995). Para una fuerza dada en los músculos extensores de la rodilla, el pico de trabajo alcanzado fue significativamente menor en los pacientes con enfermedad pulmonar en comparación con los sujetos sanos (Figura 23.4).

Este estudio refuerza la idea de la contribución de los músculos periféricos en la reducción de la capacidad funcional observada en los pacientes con enfermedades pulmonares crónicas.

Por su parte, Gosselink *et al.* (1996) demostraron que la fuerza muscular periférica se correlacionaba significativamente con el  $VO_2$  máx y con la distancia

recorrida en el test de 6 min andando, en pacientes con EPOC de gravedad moderada a severa ( $FEV_1$ :  $43 \pm 19\%$  del predicho). Los autores concluyen afirmando que tanto la función pulmonar como la fuerza muscular periférica contribuyen a las limitaciones del ejercicio observadas en estos pacientes con EPOC.

CLASIFICACIÓN DE LA FUERZA EXTENSORA DE RODILLA



**Figura 23.4.** Relación entre pico de trabajo (W) y fuerza extensora de rodilla (1-RM, kg) en sujetos sanos (círculo relleno) y pacientes con EPOC (círculo abierto). (Tomado de Storer, 2001).

Existe una preferencia en la pérdida de fuerza de los miembros inferiores en estos pacientes, relacionada con el descenso de la tolerancia al ejercicio. En este sentido, el entrenamiento de fuerza, especialmente el dirigido a los miembros inferiores, podría aliviar parcialmente este aspecto por medio de la recuperación de la masa muscular y de la fuerza (Storer, 2001).

Aunque parece claro que la atrofia por desuso es al menos parcialmente responsable de la disfunción muscular, otros mecanismos pueden contribuir a ese déficit. Esas posibilidades incluyen miopatías específicas (especialmente las relacionadas con los corticosteroides, que estos pacientes reciben durante periodos prolongados (Decramer *et al.*, 1996), alteraciones en el aparato contráctil (Maltais *et al.*, 1999), estado nutricional escaso (Encelen *et al.*, 1994; Lopes *et al.*, 1982), hipoxia crónica (Pastoris *et al.*, 1995) o una combinación de los anteriores.

- *Programas de fuerza en pacientes con EPOC.* La Tabla 23.2 presenta una propuesta de programa de entrenamiento de fuerza en pacien-

tes con EPOC. Distintos estudios (Bernard *et al.*, 1999; Simpson *et al.*, 1993) han mostrado la eficacia y seguridad de esta aplicación.

**Tabla 23.2.** Propuesta de programa de entrenamiento de fuerza.

Programa de entrenamiento
• <i>Frecuencia:</i>
– 2-3 días/semana.
• <i>Intensidad</i>
– 50-60% 1RM (inicio).
– 50-85% 1RM (3-4 semanas).
• <i>Series/Repeticiones</i>
– 1 serie/8-10 repeticiones (inicio).
– 2-3 series / 6-10 repeticiones (3-4 semanas).
• <i>Descanso entre series</i>
– 2-3 min.

Según Storer (2001), los pacientes con EPOC toleran mejor pocas repeticiones por serie, frente a un mayor número de repeticiones, recomendando por ello de 6 a 10 repeticiones por serie. En pacientes que se inician en los programas de fuerza, una opción podría ser una serie con 8-10 repeticiones utilizando un 50-60% 1RM para los principales grupos musculares. Estos pacientes, por regla general, son capaces de abordar una segunda serie en 3-4 semanas después de iniciar el plan de trabajo, con dos sesiones por semana. Después de otras 3-4 semanas de trabajo de adaptación, la mayoría de los pacientes pueden tolerar aumentos porcentuales del 1RM. La carga para las extremidades inferiores puede ir aumentando en un 5-10%, mientras que para las extremidades superiores se recomienda aumentos del 5-7% del 1RM.

Cargas tan elevadas como del 80% del 1RM preentrenamiento han sido aplicadas satisfactoriamente en pacientes con EPOC (Bernard *et al.*, 1999; Simpson *et al.*, 1993) sin efectos perjudiciales. Alternativamente, se puede utilizar para asignar cargas, un número dado o un rango de repeticiones máximo (por ejemplo, 8-12 RM) para cada ejercicio. Hay varias ventajas a la hora de utilizar un rango de RM, frente a un porcentaje de 1RM. Primero, el estímulo del entrenamiento a un porcentaje fijado de 1RM varía con la masa muscular utilizada y el estado de entrenamiento

del sujeto (Hoeger *et al.*, 1997, 1990). Así, 80% 1RM para los extensores de la pierna puede corresponder con un número diferente de repeticiones por serie que el correspondiente 80% 1RM para el tríceps. Segundo, la asignación de cargas sobre la base del porcentaje de 1RM requiere frecuentes reevaluaciones de 1RM.

Durante las sesiones de entrenamiento de fuerza en estos pacientes, se recomienda valorar regularmente la respuesta de la presión arterial en reposo y durante las contracciones de los ejercicios efectuados.

El tiempo de recuperación ideal entre series en pacientes con EPOC es difícil de conocer, ya que existe una variación interindividual del grado de disnea y/o desaturación de la hemoglobina. En cualquier caso, 1 min de descanso entre series puede ser adecuado, aunque en la práctica se utilizan 2-3 min.

Por último, la electroestimulación se ha mostrado también eficaz en pacientes con EPOC, y puede ser de utilidad en algunos casos. Su potencial como forma de entrenamiento de mantenimiento aún no se ha explorado. Asimismo, el entrenamiento excéntrico (por ejemplo, descender escaleras) parece efectivo en pacientes con EPOC grave, con reducción importante de la capacidad funcional. La contracción excéntrica mejora la fuerza muscular, sin tener que solicitar respuestas importantes de los sistemas cardiovascular o pulmonar.

- *Entrenamiento de los músculos respiratorios.* Se han utilizado tres técnicas para el entrenamiento específico de los músculos respiratorios (Puente Maestu y Martínez Abad, 2006): la respiración contra una resistencia, que consiste en respirar por una pieza bucal con un adaptador de diámetro ajustable. Con este sistema la resistencia depende del flujo que genere el paciente y por tanto para lograr la intensidad de entrenamiento adecuada se requiere cierta habilidad y entrenamiento. Esto llevó al desarrollo de sistemas de umbral que tienen una válvula que se abre cuando se genera la presión prefijada. Finalmente, otra forma de entrenamiento es la hiperpnea normocápnica, que consiste en respirar 15-20 minutos por sesión un gas rico en CO<sub>2</sub> que

obliga a hiperventilar sin aumentar la PaCO<sub>2</sub>. Si el estímulo es lo suficientemente intenso, el entrenamiento de los músculos respiratorios aumenta la fuerza y la resistencia musculares; sin embargo, tras veinte años de investigación no se ha podido demostrar de forma consistente que mejore la disnea, la calidad de vida o la tolerancia al ejercicio. Se necesita más investigación para definir mejor qué categorías de pacientes se beneficiarían del entrenamiento muscular respiratorio, aunque un estudio sugiere que en los pacientes con debilidad muscular inspiratoria, el entrenamiento de los músculos inspiratorios aumenta la tolerancia al ejercicio (Banke *et al.*, 1994).

## 2. ASMA INDUCIDA POR EL EJERCICIO

En general, en el asma severa no controlada, el comportamiento del sistema respiratorio es similar al descrito con anterioridad en el apartado de enfermedad obstructiva crónica. Sin embargo, una gran mayoría de los pacientes asmáticos están razonablemente bien controlados con medicación, con lo que en ellos el trastorno más frecuente es un ligero aumento de la relación ventilación/perfusión (VE/Q), que además mejora con el ejercicio. Por tanto, en los asmáticos controlados la fisiología respiratoria es básicamente normal, salvo cuando se produce broncoespasmo (Puente Maestu y Martínez Abad, 2006).

### 2.1. Fisiopatología

Por definición, el asma inducida por el ejercicio es un ataque de asma producido por éste. El asma es una enfermedad crónica de las vías aéreas caracterizada por la inflamación, la hiperreactividad y la obstrucción total o parcialmente reversible con el tratamiento o con el tiempo. El ejercicio físico es uno de los factores más frecuentemente involucrados en el broncoespasmo, por lo que en ausencia de inflamación de la vía aérea o hiperreactividad bronquial a otros estímulos, quizá fuese más apropiado denominarlo *broncoespasmo inducido por el ejercicio*, si bien aquí vamos a continuar refiriendo este cuadro como asma inducida por el ejercicio (AIE).

En la actualidad, los estudios acerca de las causas que inducen el AIE se centran en el enfriamiento

y sequedad del tracto respiratorio que se produce al pasar grandes volúmenes de aire seco a través de las vías respiratorias durante una sesión de entrenamiento. La pérdida de calor a través de la ventilación pulmonar está relacionada principalmente con la frecuencia y profundidad de la respiración, con la humedad y con la temperatura del aire inspirado como factores secundarios o terciarios.

En la actualidad hay dos teorías patogénicas sobre el asma inducida por el ejercicio:

- La teoría de la *hiperosmolaridad*. Propone que la pérdida de agua desde la superficie de la vía aérea durante el ejercicio provoca una hipertonicidad de la superficie líquida de la vía aérea y una hiperosmolaridad en las células (mastocitos) de las vías aéreas. Este incremento de osmolaridad provocaría la liberación de mediadores proinflamatorios (histamina, prostaglandinas, factores quimiotácticos, leucotrienos, etc.) que darían lugar a una broncoconstricción. Esta hipótesis ha sido refrendada al comprobar que respirando aire húmedo se previene el ataque de asma.
- La teoría del *calentamiento de la vía aérea*. Establece que la hiperventilación asociada al ejercicio físico enfría la superficie de las células de la vía aérea. Después del ejercicio, se produciría un calentamiento de esa superficie previamente enfriada que causaría una dilatación de los pequeños vasos bronquiolares alrededor de las vías aéreas, provocando una hiperemia de la mucosa, exudación de líquidos de los vasos sanguíneos en submucosa de la pared de la vía aérea y una liberación posterior de mediadores de la broncoconstricción.

Ninguna de las teorías considera la inflamación como el mecanismo base, como ocurre en el asma crónica, aunque datos recientes han mostrado que la inflamación está presente en atletas que respiran aire frío.

Hoy en día se acepta que el AIE afectaría a todos los pacientes con asma, si hiciesen un ejercicio de suficiente intensidad.

El patrón del AIE es bastante característico (Puente Maestu y Martínez Abad, 2006). Durante el ejercicio, inicialmente se produce broncodilatación debida a la liberación de catecolaminas tanto en sujetos normales como en sujetos con asma. A continuación, en los sujetos con AIE aparece una broncoconstricción que es máxima entre 5 y 10 minutos tras cesar el ejercicio.

Posteriormente, se produce una recuperación espontánea de la función pulmonar que retorna a los niveles basales ente 30 y 60 minutos después de finalizar el esfuerzo. Raramente la broncoconstricción es lo suficientemente intensa para producir riesgo vital y tal situación casi invariablemente es reflejo de un asma evolucionada sin atención adecuada o de la existencia de otros factores desencadenantes, como por ejemplo inhalación de alérgenos. El asma inducida por ejercicio aparece más frecuentemente tras periodos cortos de ejercicio intenso de entre 4 y 10 minutos, aunque se han descrito casos en los que se presentó después de ejercicios de unos 30 minutos de duración. Algunos individuos son capaces de “atravesar” sus síntomas, es decir, de continuar con el ejercicio tras el ataque de asma mientras se va produciendo una remisión gradual del broncoespasmo.

Los factores determinantes de la gravedad del cuadro de asma inducida por el ejercicio son:

1. La *hiperreactividad bronquial preexistente*. Es por tanto necesario controlar previamente esa hiperreactividad bronquial antes de realizar el ejercicio.
2. La *duración del ejercicio*. A mayor duración, mayor es la posibilidad de que se desencadene un ataque de asma, aunque si el ejercicio es intenso suele aparecer con más frecuencia entre los 4 y los 10 min de duración.
3. La *intensidad del ejercicio*. Cuanto más intenso sea el ejercicio realizado, mayor será el descenso del FEV<sub>1</sub>.
4. Las *condiciones ambientales*. El ambiente frío es más propicio para la aparición de un ataque de asma. De igual forma, la sequedad del aire ambiental y la contaminación del mismo son factores que favorecen la broncoconstricción.
5. El *tipo de ejercicio*. Como ya se ha comentado anteriormente, la carrera a pie es el tipo de ejercicio con el que más reacciones asmáticas se desencadenan, seguido de la marcha y el ciclismo. La natación, por el contrario, es un tipo de ejercicio con baja incidencia de reacciones asmáticas.
6. El *periodo transcurrido desde el último ataque de asma*. El 40-50% de los sujetos que han padecido un ataque de asma son menos susceptibles a padecer un nuevo episodio en dos horas, esto se conoce como “periodo refractario”. El periodo refractario representa una broncoconstricción disminuida en respuesta al ejercicio,

barajándose entre las causas de este efecto la depleción de los mediadores de los mastocitos, la liberación de catecolaminas endógenas, la aparición de prostaglandinas inhibitorias o una respuesta alterada de la microcirculación bronquial. Aunque siempre se ha dicho que la depleción de los mediadores de los mastocitos representa el mecanismo principal del estado refractario, hay varias líneas de evidencia que sugieren que éste no es el caso. En este sentido, se ha postulado como causa probable para explicar este periodo refractario la existencia de un defecto en la movilización inicial de adrenalina.

## 2.2. Respuesta al ejercicio. Utilidad de la prueba de esfuerzo

En cuanto al diagnóstico del cuadro, es posible evaluar la presencia de asma inducida por el ejercicio mediante la realización de una prueba de esfuerzo con un protocolo de ejercicio incremental, si bien hay que considerar que no siempre es posible desencadenar un ataque.

El test de esfuerzo para detectar AIE debe cumplir varios requisitos:

- Intensidad:  $\geq 75\%$  FC<sub>máx</sub> o máxima teórica.
- Duración: fase de calentamiento progresivo y al menos 8 min a la intensidad señalada ( $\geq 75\%$  FC<sub>máx</sub>).
- Medida de la obstrucción al flujo aéreo, 6-8 min después de cesar el ejercicio.

Se definirá un cuadro de AIE si se produce:

- Un descenso del FEV<sub>1</sub> de un 15% respecto a la medida de reposo, o
- Un descenso en el pico de flujo de un 20% respecto al reposo.

## 2.3. Prevención

Lo primero que hay que conocer son las actividades físicas menos ligadas a provocar asma inducida por el ejercicio:

- Ejercicio intermitente o deportes de equipo.
- Natación.
- Ejercicio en calor y ambiente de humedad.
- Ejercicio realizado en etapas con baja polinización.
- Ejercicio con ambiente poco contaminado.

Y también las que con mayor frecuencia lo desencadenan:

- Ejercicio continuo e intenso (carrera).
- Ejercicio en ambiente frío.
- Ejercicio en ambiente contaminado, ya sea *indoor* o *outdoor*.
- Ejercicio realizado con alta polinización en alérgicos.
- Ejercicio realizado cuando se padecen infecciones respiratorias.

Se recomienda una especial rutina de calentamiento para reducir la severidad del episodio de asma inducido por el ejercicio.

El tratamiento farmacológico para el asma en la actualidad permite la realización de actividades físicas, reduciendo la gravedad y la incidencia de los ataques de asma. Aunque un ejercicio intenso puede desencadenar un episodio de asma, la actividad física regular es beneficiosa para el sujeto que padece asma inducida por el ejercicio y las adaptaciones al entrenamiento forman parte del tratamiento global de estos pacientes. Se ha comprobado que un aumento de la capacidad aeróbica se asocia con una mayor tolerancia y un aumento del umbral a partir del cual se desencadena la reacción asmática.

Es muy importante que los sujetos asmáticos que desarrollan programas de ejercicio físico aumenten gradualmente la intensidad del trabajo realizado evitando las condiciones ambientales adversas (contaminación y frío). El programa de ejercicio debe modificarse si el paciente asmático presenta síntomas de cansancio o se encuentra sometido a algún tipo de estrés emocional, o si el ejercicio se desarrolla en ambiente muy frío, muy húmedo o con niebla. Además el asmático evitará nadar en agua excesivamente fría, ya que este hecho induce la aparición de ataques de asma.

El asma se asocia a menudo con procesos alérgicos, siendo por tanto muy recomendable controlar este tipo de procesos antes de iniciar la participación en programas de entrenamiento. Además, el paciente asmático debe realizar una ergometría antes de comenzar un programa de entrenamiento.

## 2.4. Tratamiento

Si el ejercicio desencadena ataques de asma con mucha frecuencia, deberá administrarse la medicación adecuada antes de comenzar las sesiones de trabajo; en este sentido el *albuterol* parece un fármaco recomendable para prevenir la aparición de un ataque

agudo de asma. No obstante, hay que tener en cuenta que no todos los medicamentos están legalmente permitidos en deportistas. Los permitidos son: del grupo de las aminas agonistas beta-2 simpaticomiméticos (sólo a dosis terapéuticas y en aerosol): salbutamol, terbutalina; el cromoglicato sódico; las metilxantinas; los glucocorticoides (sólo a dosis terapéuticas y en inhalación); los alcaloides de la belladona y los antagonistas  $H_1$ .

El tratamiento farmacológico del asma inducida por el ejercicio se ha dividido en dos categorías en función del tipo de paciente a que va destinado: deportistas con función normal de la vía aérea normal, y aquellos con función alterada (Figura 23.5).

- Función normal:
  1. Utilización de agonistas beta-2, quince minutos antes del ejercicio (en aerosol; por ejemplo, dos inhalaciones de salbutamol (ventolin).
  2. Si lo anterior no ofrece suficiente protección añadir de 4 a 8 inhalaciones de cromoglicato sódico.
  3. Teofilina (5 mg/kg) 1 hora antes del ejercicio.
- Función alterada:
  1. Teofilina continua (12-20 mg/kg/día).
  2. Otros agonistas beta-2 o cromoglicato sódico (diez minutos antes del entrenamiento o la competición).

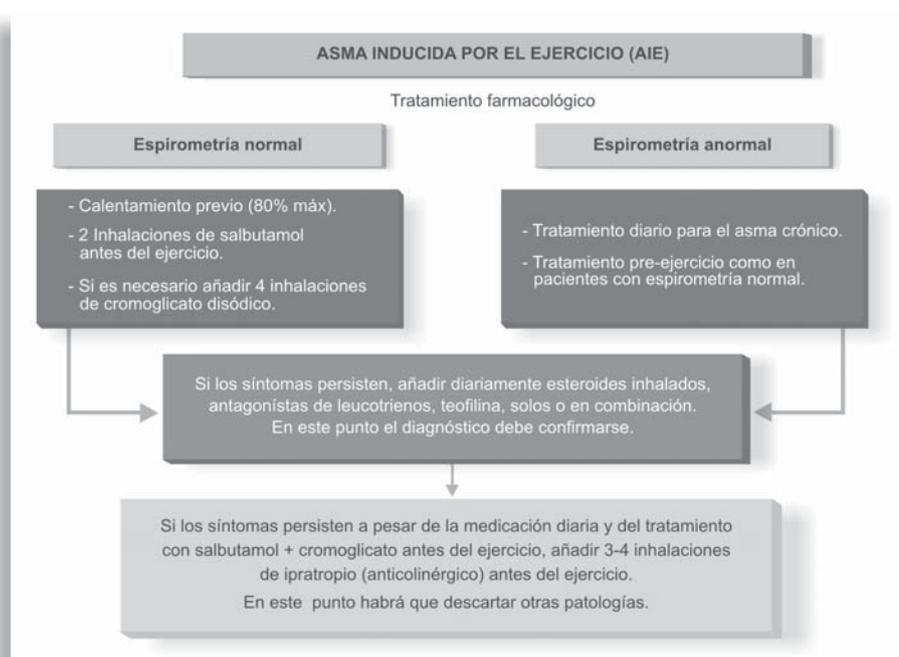
Las personas asmáticas deben beber agua abundante cuando participan en ejercicios de resistencia aeróbica con la finalidad de disminuir las secreciones.

El entrenamiento interválico de resistencia (de 30 segundos a 3 minutos de ejercicio con breves periodos de recuperación) es bien tolerado por la mayoría de los asmáticos, y es recomendable en las primeras etapas de los programas de entrenamiento. En cualquier caso deben poder disponer de oxígeno al 100% por si se presenta algún proceso agudo.

### 3. ENFERMEDAD PULMONAR RESTRICTIVA CRÓNICA

La enfermedad pulmonar restrictiva hace referencia a un grupo diverso de trastornos caracterizados por un descenso del volumen pulmonar. Esos trastornos pueden estar causados por distintos procesos patológicos que afectan a la pared costal, músculos respiratorios, nervios, pleura y parénquima pulmonar.

En las enfermedades que afectan al parénquima pulmonar, las unidades alveolares son destruidas o reemplazadas por tejido fibroso (son las enfermedades intersticiales). En las enfermedades de la pleura, pared costal y sistema neuromuscular, el pulmón es normal, pero es incapaz de expandirse normalmente con la respiración. Eventualmente las unidades alveo-



**Figura 23.5.** Propuesta de tratamiento del asma inducida por el ejercicio, en función del valor de la espirometría.

lares se colapsan, y se desarrolla secundariamente inflamación y fibrosis.

### 3.1. Fisiopatología

Las consecuencias fisiopatológicas en estas enfermedades es una pérdida de superficie alveolar, con afectación de la difusión de oxígeno, como se evidencia por un descenso en la saturación arterial de éste, aumento del gradiente alvéolo-capilar de oxígeno y una reducción del paso de gases desde el alvéolo a los hematíes.

*Mecánica ventilatoria.* La anomalía principal de todos estos trastornos es la disminución de la distensibilidad (*compliance*) pulmonar (enfermedad intersticial) o torácica. Se requieren por tanto mayores presiones negativas para llenar los pulmones de aire en cada respiración, lo que condiciona un trabajo intenso de los músculos respiratorios. Además, hay un aumento del espacio muerto, lo que implica que la ventilación tiene que elevarse con el fin de mantener una adecuada ventilación alveolar, lo que ocasionará un mayor trabajo de los músculos respiratorios. Este trabajo muscular “extra” requerirá un mayor aporte de flujo sanguíneo y  $O_2$  a estos músculos, estableciéndose una demanda competitiva con los músculos locomotores, especialmente durante el ejercicio. Este proceso llevará en muchos casos a un aumento de la participación de la glucólisis anaeróbica en la producción energética, lo que conllevará una mayor producción de lactato, establecimiento de acidosis en el territorio muscular activo, y con ello una estimulación de la ventilación pulmonar, con el consiguiente incremento del trabajo de la ventilación (Hsia, 2003).

Aunque en algunos casos puede existir un aumento de las resistencias de la vía aérea, en general éste es un factor poco relevante en la mecánica ventilatoria de estos pacientes. Así, la relación entre volumen espiratorio forzado en el primer segundo *vs* capacidad vital forzada ( $FEV_1 / FVC$ ) es normal o elevado. Por otra parte, el descenso de la distensibilidad pulmonar condiciona una reducción de la capacidad inspiratoria, capacidad vital y en general del volumen corriente, aunque a diferencia con lo que ocurre en las enfermedades obstructivas, el aumento de la frecuencia respiratoria es un mecanismo efectivo de aumentar la ventilación (Puente Maestu y Martínez Abad, 2006).

*Patrón ventilatorio y difusión alveolar.* En principio la cinética de comportamiento de la frecuencia

respiratoria y volumen tidal son normales en estos pacientes. La relación  $Ti/Tt$  es similar a los sujetos sanos.

Debido a las alteraciones pulmonares (en la enfermedad intersticial especialmente) se produce una dispersión de la relación  $V/Q$  de las distintas unidades; las unidades con  $V/Q$  bajo generan hipoxemia, mientras que las de  $V/Q$  alto aumentan el espacio muerto, es decir, reducen la eficacia de la ventilación, requiriéndose más ventilación por minuto para eliminar la misma cantidad de  $CO_2$ . Con ello, el patrón gasométrico que se observa en estos pacientes es hipoxemia con  $PaCO_2$  normal o baja, salvo en las fases finales de la enfermedad o si hay enfermedad muscular, en las que la  $PaCO_2$  sube (Puente Maestu y Martínez Abad, 2006).

*Función cardiaca.* Cualquier proceso que afecte a la luz del lecho vascular pulmonar cursará con un aumento de la resistencia vascular pulmonar y por tanto con una sobrecarga del ventrículo derecho, dando como resultado una elevada presión arterial pulmonar (hipertensión pulmonar secundaria), sobrecarga del ventrículo derecho y menor volumen sistólico y mayor frecuencia cardiaca durante el ejercicio (Hsia, 2003). Es posible que muchos de estos pacientes desarrollen también una disfunción ventricular izquierda por distintas causas (infiltrado miocárdico en la sarcoidosis; aumento de la presión transmural por la menor presión intratorácica), aunque probablemente el factor que más contribuya a la disfunción ventricular izquierda es la hipoxemia que se produce en el ejercicio, y que deprime la función cardiaca (Puente Maestu y Martínez Abad, 2006).

### 3.2. Respuesta al ejercicio y valoración funcional

Los objetivos del *test de esfuerzo* incluyen los siguientes:

- Definir la afectación de la capacidad funcional debido a la enfermedad pulmonar.
- Detectar factores coexistentes que puedan agravar la incapacidad.
- Valorar la progresión de la enfermedad y la eficacia del tratamiento.

Tanto el trazado electrocardiográfico como la saturación de  $O_2$  de la hemoglobina deben ser monitorizados durante la prueba de esfuerzo, que podrá realizarse en tapiz rodante o cicloergómetro. Si es necesario se podrá suplementar con aire enriquecido

con oxígeno durante el test con el fin de mantener la saturación de la oxihemoglobina  $> 90\%$ . La valoración durante el ejercicio de la capacidad de difusión alvéolo-capilar (por ejemplo,  $DL_{CO}$ : capacidad de difusión del CO), así como del gradiente alvéolo-capilar de oxígeno, son mejores indicadores de la afectación de la difusión que las medidas realizadas en reposo.

También es importante que la pauta de administración de los medicamentos que el paciente tome no se altere por la realización de la prueba de esfuerzo. El resto de consideraciones son similares a las enumeradas en relación a los pacientes con EPOC.

*Respuestas fisiológicas al ejercicio.* Los pacientes con enfermedad pulmonar restrictiva responden al ejercicio con las siguientes particularidades:

- La disnea y la reducción de la tolerancia al ejercicio son manifestaciones frecuentes. La frecuencia respiratoria suele ser elevada y la ventilación poco profunda, aumentando más por la frecuencia respiratoria que por el volumen corriente.
- La capacidad de difusión alvéolo-capilar de oxígeno aumenta fisiológicamente con el incremento del gasto cardiaco en ejercicio, sin embargo en la enfermedad pulmonar intersticial esto no ocurre, asociándose además con un descenso de la saturación arterial de oxígeno. En contraste, los pacientes con resección pulmonar cursan con bajo volumen pulmonar, pero la  $DL_{CO}$  aumenta normalmente con el ejercicio, manteniéndose mucho mejor la saturación de oxígeno (Hsia, 2003).
- En las enfermedades restrictivas extra pulmonares, la  $DL_{CO}$  se reduce típicamente debido al menor volumen alveolar ( $V_A$ ), mientras que la relación  $DL_{CO}/V_A$  es normal en reposo y durante el ejercicio, al menos hasta estados avanzados de la enfermedad. En las enfermedades que afectan al parénquima pulmonar,  $DL_{CO}$ ,  $V_A$ , y  $DL_{CO}/V_A$  están reducidos.

### 3.3. Prescripción de actividad física y adaptaciones al entrenamiento

El papel del fisioterapeuta y del terapeuta ocupacional son importantes antes de comenzar un programa de entrenamiento; aprender las técnicas más eficientes de la respiración, y mejorar aspectos ergonómicos de las ocupaciones diarias son muy importantes en estos pacientes.

Por otra parte, hay que tener en cuenta enfermedades asociadas: que el paciente suele responder mejor a media mañana o al final de la misma, y que se deben evitar los ambientes extremos de temperatura y humedad.

Las adaptaciones esperadas al realizar un programa de ejercicio, incluyen:

- Mejoras de la capacidad de resistencia aeróbica y del  $VO_2$  pico.
- Mejoras en la eficiencia y resistencia respiratorias, así como en la relación ventilación/perfusión.
- Mejoras en la función cardiovascular.
- Mejora de la capacidad de difusión alvéolo-capilar, si aumenta el gasto cardiaco.
- Aumento de la extracción de oxígeno de los músculos locomotores y su resistencia a la fatiga.
- Reducción del requerimiento de flujo sanguíneo y  $O_2$  por los músculos respiratorios, lo que mejorará la disponibilidad en los músculos locomotores.
- Reducción del establecimiento de acidosis láctica (mejora del umbral aeróbico), minimizando la estimulación de la ventilación durante el ejercicio.
- Descenso de la percepción subjetiva del esfuerzo en el ejercicio.

#### 3.3.1. Prescripción de ejercicio aeróbico

Se deberán utilizar grandes grupos musculares en las actividades a desarrollar (caminar, bicicleta, natación), pudiendo combinar brazos y piernas en el mismo ejercicio. La *duración* de las sesiones de ejercicio será de 30 min, aunque al comienzo se pueda trabajar con intervalos más breves y acumulativos. Se recomienda que de modo progresivo se alcance una *frecuencia* de entrenamiento de 3-6 sesiones/semana, siendo preferible alcanzar antes el objetivo de duración que el de frecuencia de entrenamiento. La *intensidad* de ejercicio será la correspondiente al umbral aeróbico o RPE: 11-13/20. Se monitorizará durante el entrenamiento la disnea del enfermo. El tiempo estimado de este programa inicial será de 2-3 meses, tiempo necesario para objetivar adaptaciones fisiológicas.

### 3.3.2. Prescripción de ejercicio de fuerza

Se podrán utilizar pesos libres o máquinas isotónicas o isocinéticas, dependiendo de la disponibilidad de las mismas y experiencia del paciente. El trabajo debe involucrar a los principales grupos musculares, con bajas resistencias (50-60% 1RM) y altas repeticiones (12-15). La frecuencia de entrenamiento recomendada es de dos sesiones/semana. La progresión de la carga estará en función de alcanzar las repeticiones objetivo durante cuatro sesiones consecutivas, estimando la duración del programa inicial en dos meses.

También deberían contemplarse unas sesiones semanales de entrenamiento de la *flexibilidad* (1-2 días/semana) y *coordinación neuromuscular*.

## 4. OTRAS ENFERMEDADES PULMONARES

---

### 4.1. Enfermedades vasculares pulmonares

Las enfermedades vasculares pulmonares, especialmente la hipertensión pulmonar primaria, y la enfermedad tromboembólica crónica, suelen presentarse como disnea de causa no aparente. Frecuentemente, la función pulmonar es normal, estando ligadas las alteraciones objetivadas en el ejercicio al bajo gasto cardiaco y a los trastornos del intercambio gaseoso (Puente Maestu y Martínez Abad, 2006).

En estos enfermos aumenta la diferencia alvéolo-arterial durante el ejercicio, debido esencialmente a la alteración de la relación ventilación/perfusión. Además, el aumento de la postcarga del ventrículo hace que el volumen sistólico sea más bajo que en sujetos sanos, lo que conlleva, como compensación, un aumento de la frecuencia cardiaca para una determinada carga de trabajo. Cuando el cuadro es grave, la intensidad del ejercicio provoca también un aumento

progresivo de la presión arterial pulmonar. Por último, cuando se produce una limitación del gasto cardiaco, el  $\text{VO}_2$  también se verá limitado, lo que provocará la participación precoz de la glucólisis anaeróbica, y con ello una mayor producción de ácido láctico por parte de los músculos ejercitantes, y la instauración de acidosis láctica y fatiga muscular.

### 4.2. Trasplante pulmonar

No se ha estudiado la fisiopatología de la mecánica pulmonar en los pacientes trasplantados, pero previsiblemente dependerá de si el trasplante fue uni o bilateral y, en el primer caso, de la enfermedad de base. Tras el trasplante, se suele producir un aumento significativo de la capacidad aeróbica aunque prácticamente nunca se normaliza. Se han identificado pequeñas diferencias en el intercambio de gases entre los trasplantados de un pulmón y los trasplantes bipulmonares (mayor aumento del gradiente alvéolo-arterial y del espacio muerto en los primeros); sin embargo, el tipo de trasplante no parece afectar a factores como el volumen corriente o el patrón ventilatorio. La capacidad de ejercicio de estos pacientes no suele estar limitada por la ventilación y en general tampoco agotan la reserva de frecuencia cardiaca, por lo que parece que el factor limitante principal es la disfunción muscular periférica que, aunque mejora, no se normaliza con la rehabilitación. Las causas de la misma no están claras y pueden estar relacionadas con el deterioro muscular debido a años de inactividad por un proceso crónico, y en parte también al efecto tóxico sobre las mitocondrias de los inmunosupresores (ciclosporina A y tacrolimus). Hoy en día, prácticamente todos los trasplantes son unilaterales por la escasez de donantes y la evolución favorable de la mayoría de los pacientes sin enfermedad vascular primaria a pesar de dejar un pulmón enfermo (Puente Maestu y Martínez Abad, 2006).



# Osteoporosis y ejercicio

José Antonio López Calbet, Cecilia Dorado García y Germán Vicente-Rodríguez

## OBJETIVOS

- Conocer los factores hormonales principales que intervienen en la regulación del metabolismo óseo.
- Saber explicar en qué consiste el proceso de modelado y remodelado óseo.
- Saber qué es y qué trascendencia clínica, social y económica tiene la osteoporosis.
- Conocer cómo influye la práctica de ejercicio en la masa ósea a distintas edades de la vida, en hombres y mujeres.
- Saber diseñar un programa de ejercicios adecuado para promover la adquisición o mantenimiento de masa ósea.

## 1. INTRODUCCIÓN

El tejido óseo forma el esqueleto cuyas funciones son tres. Primero, tiene una función de soporte mecánico al proporcionar un armazón al organismo sobre el que se organiza la estructura corporal; además, proporciona elementos rígidos que protegen a órganos vitales y puntos de anclaje para los músculos, necesarios para la transmisión de fuerzas. Segundo, acomoda en su interior la médula ósea. Tercero, tiene una función metabólica crucial para el mantenimiento del balance hidroelectrolítico y ácido-base, pues el tejido óseo constituye una gran reserva corporal de calcio y fósforo. El tejido óseo está compuesto básicamente por una parte orgánica (20-25% del peso), otra inorgánica (75%) y en torno a un 5% de agua. La matriz orgánica u osteoide determina la estructura y las propiedades bioquímicas y mecánicas del hueso. El osteoide está compuesto en un 98% por colágeno tipo I y una sustancia fundamental que contiene glicosaminoglicanos. Las células propias del tejido óseo completan el 2% restante. La parte inorgánica del hueso está formada por sales de calcio que forman principalmente cristales de hidroxiapatita que forman la fase mineralizada del hueso. En menor cantidad se encuentra fósforo, sodio, potasio, zinc y magnesio.

En el hueso podemos distinguir dos estructuras superficiales en las que el hueso entra en contacto con otros tejidos: la *superficie perióstica externa* y la

*superficie endóstica interna*. El *remodelado* o reorganización de la estructura ósea tiene lugar en estas dos superficies. En estado quiescente estas superficies están recubiertas por una membrana colagenosa sobre la que se encuentra una capa de células de revestimiento, integrada por dos tipos fundamentales de células: *osteoblastos* y *osteoclastos*. En el hueso normal hay muchos más osteoblastos que osteoclastos.

Los *osteoblastos* son las células formadoras de hueso y se encargan de secretar la matriz ósea orgánica (osteoide) compuesta por fibras de colágeno, proteoglicanos y moléculas más pequeñas como la osteocalcina, osteonectina y osteopontina (Woolf y Dixon, 1988; Geneser, 2000). Además, los osteoblastos producen vesículas ricas en iones  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{PO}_4^-$  y en enzimas imprescindibles para la mineralización como la fosfatasa alcalina (Kanis, 1996; Geneser, 2000), enzima que también se encuentra en la membrana osteoblástica (Naylor y Eastell, 1999). Por otra parte, los osteoblastos secretan factores de crecimiento (IGF-1) y citoquinas (IL-1, IL-6, IL-11) con un efecto directo y local sobre la formación y resorción del hueso (Lian y Stein, 1999). Cuando el osteoblasto termina su actividad productora de hueso, pasa a un estado de inactividad, formando una capa que recubre la matriz osificada. En este estado, el osteoblasto recibe el nombre de célula de recubrimiento óseo u osteocito de superficie. Además, cierto número de osteoblastos quedan atrapados dentro del hueso com-

pacto, pasando a denominarse definitivamente osteocitos.

Los *osteocitos* se mantienen vivos y siguen en contacto con las células vecinas a través de prolongaciones citoplasmáticas. Los osteocitos presentan un aparato de Golgi desarrollado y parte del retículo endoplasmático rugoso de su progenitor. Existe cierta controversia sobre la función de los osteocitos, se ha especulado con la posibilidad de que reabsorban matriz ósea liberando  $\text{Ca}^{++}$ , pero no hay datos concluyentes al respecto. No obstante, las evidencias apuntan a que desempeñan una función imprescindible en la transmisión de información sobre el estado interno del hueso hacia la superficie (Lian y Stein, 1999). De esta forma, los osteocitos son capaces de percibir señales generadas por el estrés que producen las fuerzas mecánicas aplicadas sobre el hueso, lo que se ha demostrado por cambios rápidos en su actividad metabólica (el Haj *et al.*, 1990) (Skerry *et al.*, 1989; Pavalko *et al.*, 1998; Burger y Klein-Nulend, 1999) y en la expresión de IGF-1 (Lean *et al.*, 1995). Posteriormente, los osteocitos hacen llegar estas señales a los osteoblastos de la superficie.

Los *osteoclastos* son células polinucleadas de gran tamaño, que provienen de células hemopoyéticas de la línea monocito/macrófago. Los osteoclastos, al contrario que los osteoblastos, actúan resorbiendo hueso y formando pequeñas cavidades en la superficie ósea llamadas *lagunas de resorción de Howship*. La resorción osteoclástica está mediada por la producción de *hidrogeniones, anhidrasa carbónica y fosfatasa ácida tartrato resistente* que aumentan la solubilidad del mineral óseo. Tanto la hormona paratiroidea (PTH) como la vitamina D en su forma activa ( $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ ), que tiene un comportamiento similar al de una hormona, tienen una gran influencia en múltiples estados de la diferenciación celular ósea y en la actividad osteoclástica (Suda *et al.*, 1992; Uy *et al.*, 1995). En los osteoblastos hay receptores para PTH y vitamina D. Los osteoblastos sintetizan citoquinas (IL-1, IL-6, IL-11) en respuesta a la activación de sus receptores sensibles a la PTH y la vitamina D. A su vez, las citadas citoquinas (IL-1, IL-6, IL-11) tienen efectos de proliferación o mitogénicos en los osteoclastos progenitores (Lian y Stein, 1999). También se han encontrado receptores de PTH en los osteoclastos (Langub *et al.*, 2001).

El colágeno es una estructura proteica fibrilar formada a partir de la unión de las fibrillas de colágeno. Cada una de éstas resulta de la polimerización de una proteína llamada tropocolágeno. Cada unidad de tro-

pocolágeno está compuesta por unos 1.000 aminoácidos dispuestos en tres cadenas polipeptídicas unidas por enlaces covalentes de hidrógeno.

La *osteocalcina, osteonectina, integrina*, factores de crecimiento y citoquinas, son las principales proteínas no colágenas integrantes de la matriz orgánica.

La parte inorgánica está compuesta prácticamente en su totalidad de hidroxapatita cálcica [ $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ] (Boskey, 1999). La hidroxapatita cálcica es una sal mineral de carácter cristalino que se forma cuando hay una concentración sobreumbral de  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{PO}_4^-$  (Hunter y Goldberg, 1993) de tal manera que estos iones precipitan dando lugar a la hidroxapatita.

El hueso se suele clasificar en *compacto* y *esponjoso (trabecular)*, aunque útil, no hay razones biomecánicas para esta distinción, pues estos dos tipos de hueso sólo se distinguen en el grado de porosidad y densidad. Básicamente, debido a la organización y nivel de mineralización de la matriz de colágeno. Mientras que el hueso compacto se compone entre un 80-90% de calcio, el hueso trabecular sólo tiene entre un 15-25%, lo que hace que ambos tipos de hueso funcionen de forma distinta. Por lo pronto, la función principal del hueso cortical es estructural, es decir, proporciona elementos que confieren rigidez y resistencia mecánica al hueso al mismo tiempo que confieren protección.

Sin embargo, el hueso trabecular, con su alta porosidad, permite a la médula ósea, a los vasos sanguíneos y al tejido conectivo estar en contacto con la capa interna del hueso cortical, denominado endostio. Este endostio tiene una gran importancia en el metabolismo del hueso y está íntimamente relacionado con la formación y resorción ósea. Igualmente, en la parte externa del hueso cortical se encuentra otra membrana que lo recubre llamada *periostio*, el cual en su parte interna está en contacto con el hueso y contribuye al desarrollo del hueso durante el crecimiento y siendo responsable directo del aumento de su diámetro.

Finalmente, a nivel microscópico, resulta cómodo adoptar la división del esqueleto en *hueso axial* y *apendicular*, entendiendo que las vértebras, la escápula, el cráneo, la pelvis y otros huesos planos componen el hueso axial, mientras que el término apendicular se reserva para los huesos largos, compuestos por las epífisis y la diáfisis, separadas por la zona denominada metafisis donde se produce básicamente el crecimiento en longitud del hueso.

## 2. REGULACIÓN DEL METABOLISMO ÓSEO

### 2.1. Hormonas con acción sobre el tejido óseo

Las hormonas con acción sobre el tejido óseo más importantes tienen dos funciones principales, por un lado contribuir a la regulación de la calcemia y del equilibrio ácido-básico del medio interno, y por otro, regular el recambio óseo o equilibrio entre los procesos resorptivos y formativos que continuamente tienen lugar en los huesos. Los huesos del esqueleto contienen más del 99% del  $\text{Ca}^{++}$  del organismo (Gene- ser, 2000), por ese motivo el metabolismo óseo está muy relacionado con la regulación de la calcemia, de tal manera que tanto la PTH como la calcitonina son secretadas en función de la concentración sérica de este mineral (Pitzpatrick y Bilezekian, 1999). De igual forma, la actividad de la vitamina D dependerá de la concentración extracelular de  $\text{Ca}^{++}$ .

*Hormona paratiroidea (PTH).* La PTH se sintetiza y almacena en las células de la glándula paratiroidea, concentrándose en vesículas de secreción que se funden con la membrana de estas células para liberar la PTH en respuesta a la disminución de la concentración extracelular de  $\text{Ca}^{++}$  (Pitzpatrick y Bilezekian, 1999). La disminución de la calcemia promueve la expresión génica y la síntesis de PTH en las glándulas paratiroideas (Naveh-Many *et al.*, 1989; Pitzpatrick y Bilezekian, 1999). Por otra parte, la 1,25 dihidroxivitamina D ( $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ ), o forma activa de la vitamina D, incrementa la concentración sérica de  $\text{Ca}^{++}$  aumentando su reabsorción intestinal, por lo que indirectamente reduce la transcripción del gen de la PTH (Pitzpatrick y Bilezekian, 1999). Además, parece que la  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  actúa también inhibiendo directamente la transcripción de este gen (Russell *et al.*, 1986).

Ya en 1932 Hans Selye describió que la administración continua de PTH tiene efectos predominantemente catabólicos en el hueso, mientras que la administración intermitente promueve la formación de hueso (Selye, 1932). Aparte de una posible acción directa de la PTH sobre los osteoclastos, la PTH puede activar la resorción ósea a través de los osteoblastos (McSheehy y Chambers, 1986; Lian y Stein, 1999; Malluche *et al.*, 2006). Cuando la PTH estimula a los osteoblastos, éstos generan sustancias como interleuquinas (Elias *et al.*, 1995), factores de crecimiento (Conover, 1995)

y prostaglandinas (Pitzpatrick y Bilezekian, 1999), que incrementan tanto la acción como la proliferación de los osteoclastos (Roodman, 1998).

Mientras que los estados permanentes de hipersecreción de PTH inducen pérdidas de masa ósea, la administración de inyecciones diarias de PTH tiene efectos anabólicos sobre el hueso y mejora la densidad ósea lumbar en mujeres postmenopáusicas con osteoporosis (Neer *et al.*, 2001). Varios estudios han demostrado que durante la práctica deportiva, los niveles de PTH aumentan (Ljunghall *et al.*, 1986; Ljunghall *et al.*, 1988; Grimston *et al.*, 1993; Salvesen *et al.*, 1994). No obstante, en los deportistas, durante el reposo, los valores de esta hormona son bajos, en contraposición a los niveles altos de  $\text{Ca}^{++}$  sérico, lo que podría indicar que la PTH está involucrada en las respuestas del tejido óseo al ejercicio (Brahm *et al.*, 1997; Bachrach *et al.*, 1999). Por otra parte, otros investigadores han indicado que la PTH favorece también la formación ósea, debido a que esta hormona aumenta la respuesta osteoblástica a las cargas mecánicas (Ryder y Duncan, 2000). Parte de la confusión existente con respecto al efecto de la PTH sobre el hueso se debe a que la PTH se comporta como una familia de hormonas con dos componentes principales: por un lado PTH-(1-84) y por otro metabolitos de la hormona a los que se les ha eliminado parte del extremo aminoterminal de la PTH-(1-84), llamados fragmentos carboxiterminales (C-PTH). El más activo de los fragmentos carboxiterminales es el PTH-(7-84), que tiene efectos contrapuestos a la PTH-(1-84). Estudios recientes parecen indicar que el cociente PTH-(1-84)/C-PTH es más sensible a cambios del metabolismo óseo que la osteocalcina, la fosfatasa alcalina ósea y la PTH intacta (actividad PTH total, que no distingue entre PTH-(1-84) y C-PTH) (Malluche *et al.*, 2006).

*Calcitonina.* Se trata de una hormona polipeptídica de 32 aminoácidos producida por las células C de la glándula tiroides. Su secreción está regulada por el nivel de calcio sérico, de tal manera que una concentración alta de  $\text{Ca}^{++}$  aumenta la secreción de calcitonina, mientras que si disminuye la concentración de  $\text{Ca}^{++}$  la calcitonina baja (Woolf y Dixon, 1988). El hueso es el órgano diana más importante desde el punto de vista fisiológico para la calcitonina, aunque se han encontrado receptores de calcitonina en el sistema nervioso central, los testículos, los músculos esqueléticos, los linfocitos y la placenta (Purdue *et al.*, 2002). Sobre el hueso, la calcitonina actúa inhibiendo directamente la resorción ósea osteoclástica, ya que estas células óseas presentan receptores específicos para la cal-

citonina. Sin embargo, la calcitonina no parece que aumente el depósito de calcio en el hueso, a menos que el *turnover* óseo sea alto (Woolf y Dixon, 1988). Por tanto, el papel principal de esta hormona en el tejido óseo es proteger al esqueleto de la acción de la PTH y la  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  en los momentos en los que se requiere calcio (Woolf y Dixon, 1988).

La mayoría de los estudios relacionados con la calcitonina se han realizado en el campo de la Medicina, con el objetivo de utilizar esta hormona en el tratamiento de la osteoporosis (Azria *et al.*, 1995). Pero son escasos los trabajos que han investigado el efecto que la actividad física puede producir sobre esta hormona. De los resultados de estos trabajos se desprende que no hay efectos en los niveles de calcitonina tras ejercicios puntuales de fuerza o de resistencia, mientras que tras una sesión de entrenamiento de resistencia prolongada los niveles de calcitonina tienden a elevarse ligeramente (Shigemi *et al.*, 1994; Rong *et al.*, 1997).

*Vitamina D.* El metabolito activo de la vitamina D, es decir, la  $1,25$  dihidroxivitamina  $\text{D}_3$  ( $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ ), es el responsable de las funciones de la vitamina D en el equilibrio mineral y en el metabolismo óseo (Carmeliet *et al.*, 1999). Su acción génica en el hueso, como en otros tejidos, está mediada por el receptor nuclear de la vitamina D (VDR, vitamin D receptor) (Lorentzon *et al.*, 2001). La  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  interviene en el metabolismo óseo de varias formas. Regula la expresión génica de hormonas, proteínas y enzimas relacionadas con la mineralización y la resorción ósea, como la PTH (Demay *et al.*, 1992), la osteocalcina (Stein *et al.*, 1996) y la 24-hidroxilasa (Ohya *et al.*, 1993). Por otra parte, tiene efectos directos sobre las células óseas, principalmente en los osteoblastos y los osteoclastos (Carmeliet *et al.*, 1999).

En los osteoblastos, la  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  presenta una doble acción dependiendo del momento en el que actúe, de tal forma que cuando la  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  se suministra durante la fase de diferenciación osteoblástica inhibe este proceso de diferenciación (Owen *et al.*, 1991; Ishida *et al.*, 1993), mientras que si se administra durante la maduración de los osteoblastos impulsa dicha maduración, incrementa la producción de osteocalcina, osteopontina y enzimas que favorecen la mineralización y, finalmente, estimula la acumulación de  $\text{Ca}^{++}$  (Matsumoto *et al.*, 1991).

En los osteoclastos, la  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  actúa sobre las células del estroma medular para producir factores que inicien la diferenciación osteoclástica (Suda *et al.*, 1995). Además, la forma activa de la vitamina D

aumenta la producción de osteoclastos en las últimas fases de diferenciación celular (Takahashi *et al.*, 1993), pero no resulta imprescindible, pues se ha demostrado que los osteoclastos también se producen en ausencia de esta sustancia (Yoshizawa *et al.*, 1997).

La acción de la vitamina D en la regulación del metabolismo del calcio y del fosfato, al igual que su influencia sobre la expresión y actividad de la PTH, es de vital importancia para el mantenimiento de la homeostasis y para el desarrollo óseo (Carmeliet *et al.*, 1999; Collins y Norman, 2001). La deficiencia de vitamina D en niños se asocia, además, a la desmineralización de los huesos y en último término al raquitismo (Collins y Norman, 2001). Por tanto, la ingesta de vitamina D tiene que ser la adecuada para favorecer la correcta absorción de calcio y la consiguiente formación de hueso. Sin embargo, estudios recientes indican que los efectos de la vitamina D varían dependiendo de factores genéticos (Ames *et al.*, 1999; Carmeliet *et al.*, 1999; Lorentzon *et al.*, 2001), de tal forma que ciertos polimorfismos del gen del receptor de la vitamina D favorecen una mayor absorción de calcio y, posiblemente, una mayor ganancia de BMD en niños (Ames *et al.*, 1999) y mayor densidad mineral ósea en mujeres adultas (Bandres *et al.*, 2005). En cualquier caso, los efectos de la práctica deportiva sobre la actividad de la vitamina D en la población infantil no están estudiados hasta el momento.

En este apartado sólo se han descrito los efectos de las principales hormonas con actividad sobre el metabolismo óseo. A éstas habría que añadir las *hormonas sexuales* y la leptina. Un descenso de la concentración sanguínea normal de estrógenos o andrógenos, como ocurre por ejemplo en la menopausia y en los varones ancianos, aumenta la velocidad del remodelado óseo pero con un predominio de la resorción sobre la osteoformación, a través de la prolongación de la vida media de los osteoclastos y de la disminución de la vida media de los osteoblastos (Lindberg *et al.*, 2005). Además los andrógenos promueven mientras que los estrógenos inhiben el crecimiento radial (Lindberg *et al.*, 2005). El crecimiento radial es mayor, por tanto, en los varones que en las mujeres. Este efecto en la arquitectura ósea se traduce en una mayor resistencia mecánica del hueso de mayor diámetro.

La *leptina* es una hormona que se sintetiza a partir de la información contenida en el gen *ob*, y que está muy relacionada con el control hipotalámico del apetito y el balance energético (Zhang *et al.*, 1994). No obstante, a esta hormona se le están atribuyendo otras muchas más funciones. De hecho, parece estar

relacionada con la masa ósea por varios mecanismos. En primer lugar, la masa corporal está en parte regulada por la leptina. Una masa corporal baja se asocia a niveles bajos de masa ósea (Wardlaw, 1996). En segundo lugar, la aparición tardía de la menarquia es un factor de riesgo para la osteoporosis (Ito *et al.*, 1995) y la leptina participa directamente en los mecanismos implicados en el inicio del desarrollo puberal y mantenimiento de la menstruación, al informar al sistema nervioso central de la cantidad crítica de grasa almacenada necesaria para el inicio de estos procesos (Mantzoros, 1999). Tercero, la amenorrea que en deportistas se asocia a niveles bajos de estrógeno y pérdida de masa ósea, puede ser revertida con la administración de leptina (LaMarca y Volpe, 2004). Cuarto, la leptina regula también la producción de estrógenos que podrían tener un efecto directo sobre el metabolismo óseo. Por último, se han realizado estudios *in vitro* en los que se han incubado células estromales de la médula ósea con leptina, demostrándose que se favorece la diferenciación de estas células a osteoblastos (Thomas *et al.*, 1999). En cultivos de osteoblastos humanos, la leptina promueve la síntesis de colágeno, la proliferación y diferenciación de los osteoblastos, facilitando su transformación en preosteocitos y aumentando la mineralización (Gordeladze *et al.*, 2002). Además, la leptina facilita la supervivencia de los osteoblastos al inhibir la apoptosis (Gordeladze *et al.*, 2002).

## 2.2. Influencia del estrés mecánico sobre el metabolismo óseo: mecanotransducción

Ya en 1892 el profesor Wolff publica la *ley de la transformación del hueso* que después se ha conocido como la *ley de Wolff*, y que describe la relación entre la forma del hueso y su función. Es decir, que el hueso adapta su forma a las demandas mecánicas que percibe. El proceso fisiológico que describe los mecanismos que posibilitan que el hueso aprecie las tensiones y cargas mecánicas y que incorpore los medios necesarios para producir una respuesta de actuación para adaptarse a las nuevas cargas mecánicas se denomina *mecanotransducción*. Todo este proceso no parece involucrar ninguna ruta neural, sino que más bien se debe a una red tridimensional de comunicación que está formada por los osteocitos y los osteoblastos de superficie. Todo este proceso se materializa en cuatro fases, acoplamiento mecánico, acoplamiento bioquí-

mico, transmisión de señales bioquímicas y respuesta de ejecución.

El *acoplamiento mecánico* se refiere al proceso por el cual las células detectan la carga o deformación del hueso. Cuando se aplica una fuerza mecánica sobre el hueso, ésta produce una deformación que hace que se genere una diferencia de gradientes de presión dentro de los sistemas de canículos internas del hueso, lo que consigue que los fluidos se muevan, que traspasen las membranas celulares de los osteocitos y produzcan cizallamientos en ellas que originan la activación celular. Sin embargo, no todo estímulo o sobrecarga es suficiente para generar la respuesta celular. Esto se debe a que los tejidos involucrados son viscoelásticos y necesitan que las fuerzas aplicadas contengan una magnitud y una cadencia adecuada, lo que se conoce como umbral. Si el estímulo sobrepasa este umbral los osteocitos y los osteoblastos de superficie lo detectan.

Una vez que se ha detectado la señal, se produce el *acoplamiento bioquímico*, al transmitirse la tensión viscoelástica hasta el núcleo celular, provocando como respuesta que se altere la expresión génica. Además los osteocitos producen factores de crecimiento anabólicos que viajan hacia la superficie y reclutan células osteoprogenitoras que se transformarán en osteoblastos.

Finalmente se produce la *respuesta de ejecución*, que viene determinada principalmente por la acción celular de los osteoblastos y osteoclastos en el proceso de producir nuevo hueso o de repararlo; aunque algunos autores proponen que la verdadera respuesta habría que entenderla en conjunto en los procesos de modelado y remodelado óseo.

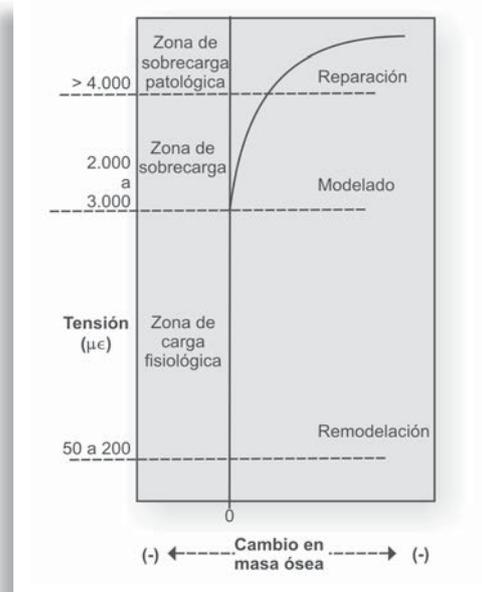
*Modelado y remodelado.* El hueso es un tejido que presenta una gran plasticidad que, dentro de ciertos límites, permite adecuar paulatinamente las propiedades mecánicas del hueso a la sollicitación mecánica. Tras la mineralización inicial del osteoide, la matriz mineralizada permanece en un estado dinámico, debido al crecimiento de los huesos y a las nuevas demandas y necesidades a las que se enfrenta este tejido, como por ejemplo, las tensiones mecánicas (Boskey, 1999). De esta forma, el tejido óseo se organiza para resistir las nuevas condiciones de carga (Bailey *et al.*, 1996), véase la Figura 24.1.

Existen dos procesos que van a propiciar que se consiga y se mantenga la forma y estructura adecuada de los huesos: el *modelado*, que se refiere a la formación de hueso en lugares donde antes no lo había, y el

*remodelado*, que es la formación de nuevo tejido óseo en lugares que previamente contenían hueso (Boskey, 1999). El remodelado óseo tiene lugar sobre la superficie ósea y, especialmente, aunque no de forma exclusiva, en la superficie endóstica. Se ha estimado que en el esqueleto normal adulto, un 20% de la superficie de hueso trabecular está sometida a remodelado en un momento dado. En el hueso trabecular las zonas sometidas a remodelado abarcan pequeñas regiones que reciben el nombre de *unidades de remodelado óseo* (BRU, *bone remodeling unit*). La BRU incluye a los osteoclastos, los osteoblastos, los osteocitos y otra serie de células que, a pesar de conocer su existencia, no se sabe con certeza cuál es su función. El proceso de remodelado consiste en la eliminación de un “quantum” de hueso por los osteoclastos, que es reemplazado por la formación de una cantidad similar de hueso por acción de los osteoblastos. En el hueso adulto ambos procesos (resorción y formación) están en equilibrio, cada año se renueva de un 5 a un 10% de masa ósea. La diferencia entre el volumen de hueso formado y el volumen de hueso resorbido recibe el nombre de balance óseo. La pérdida de hueso, o *balance óseo negativo*, puede deberse a un fallo en la osteoformación, en la resorción, o un fracaso combinado de ambos procesos. En cualquier caso, para que se produzca pérdida de masa ósea es necesario que la cantidad de hueso formada sea inferior a la cantidad de hueso eliminado. Este desequilibrio en el remodelado puede deberse a un déficit en la actividad osteoblástica o a un exceso de actividad osteoclástica. Alternativamente, se podría producir pérdida de masa ósea si hay un aumento excesivo de la actividad osteoclástica que no puede ser completamente compensado por el aumento de la actividad osteoblástica. Esto último ocurre cuando hay un exceso en el número de unidades de remodelado óseo activadas (aumento de la frecuencia de activación de las unidades de remodelado óseo), lo que da lugar a una situación patológica conocida como enfermedad ósea por alto recambio óseo.

En el esqueleto adulto humano el proceso de remodelado óseo en una determinada unidad tarda en ser completado entre cuatro y siete meses. A la cantidad de hueso sustituido por hueso nuevo en la unidad de tiempo se la denomina *turnover* (o recambio) óseo y depende del número de unidades de remodelado activas en un momento dado. Durante el crecimiento el balance óseo es positivo hasta que finaliza el crecimiento y se alcanza, hacia los 18-20 años, el pico de masa ósea. A partir de ese momento se entra

en balance óseo negativo, que conduce a una pérdida anual de masa ósea de un 0,5 a 1% anual. En la mujer esta pérdida se exagera al comienzo de la menopausia, cuando la masa ósea puede descender de un 2 a 5% anual. Comparado con el pico de masa ósea, al final de la vida la masa ósea puede haber disminuido de un 30 a un 50%.



**Figura 24.1.** Representación de la teoría mecanostática y de los niveles de tensión mínima necesarios para desencadenar los procesos de modelado y remodelado.

### 3. OSTEOPOROSIS Y RIESGO DE FRACTURA

La resistencia mecánica del hueso depende principalmente de la materia que lo compone y de su organización tridimensional (microarquitectura y geometría). Las propiedades mecánicas principales del hueso son la rigidez, la elasticidad y la dureza. La rigidez es una medida de la resistencia a la deformación elástica, es decir, un material es rígido cuando es poco deformable y viceversa. Cuando las fuerzas aplicadas al hueso son superiores a la resistencia mecánica se produce una deformación que lleva a la ruptura del hueso. La fuerza máxima tolerable antes de la ruptura determina el *límite elástico del hueso*, que depende de la dirección con la que actúa la fuerza sobre el hueso. Normalmente los huesos tienen diferentes límites elásticos dependiendo de la dirección de la fuerza deformante, debido a que el material que constituye el hueso es *anisótropo*. En general, el hueso está some-

tido a cargas combinadas, incluyendo tracción, compresión, flexión y torsión. La densidad mineral ósea y las características de la matriz (contenido de calcio y colágeno) son determinantes fundamentales de las propiedades mecánicas del hueso (Currey, 2003, 2004).

La *osteoporosis* es una enfermedad sistémica ósea que se caracteriza por una disminución de la masa ósea y un deterioro de la microarquitectura del hueso que provoca una disminución de la resistencia mecánica, fragilidad ósea y susceptibilidad a las fracturas (Riggs y Melton, 1986; Raisz, 1988). La osteoporosis se diagnostica principalmente cuando la densidad mineral ósea (BMD), determinada por absorciometría fotónica dual de rayos X de columna lumbar o cadera, es 2,5 desviaciones estándar inferior al valor medio poblacional de las mujeres premenopáusicas (Kanis *et al.*, 2005). Con este criterio, de un 15 a un 20% de las mujeres postmenopáusicas sufren osteoporosis (Kanis, 2002). El mismo valor absoluto de BMD se puede utilizar como criterio de osteoporosis en los hombres (Kanis, 2002).

Las regiones que se fracturan con mayor facilidad debido a la osteoporosis son la cadera, los cuerpos vertebrales dorsales y lumbares, la muñeca y el húmero (Sambrook y Cooper, 2006). No obstante la fractura de cadera es la más grave, es la más invalidante, requiere ingreso hospitalario y se asocia a mayor mortalidad (Melton y Cooper, 2001). De hecho la tasa de mortalidad durante el primer año después de una fractura de cadera es del 10 al 20% (Center *et al.*, 1999). El riesgo de muerte es mayor durante los primeros seis meses después de la fractura de cadera. En la actualidad es posible evaluar la fragilidad ósea a partir de la medición de la densidad mineral ósea o BMD. Existe una relación muy estrecha entre la BMD y la resistencia mecánica del hueso, tal que de un 75 a un 90% de la resistencia ósea depende de la BMD (Lauritzen, 1996). De hecho, el riesgo de fractura aumenta del orden de 1,5 a 3 veces por cada desviación estándar en que la BMD está disminuida en comparación con los valores de referencia, en función de la edad y el sexo (Marshall *et al.*, 1996). Por ello, la BMD es hoy en día la variable con mayor valor predictivo del riesgo futuro de fractura de cadera (Cummings *et al.*, 1993; Marshall *et al.*, 1996). No obstante, entre los 60 y los 80 años el riesgo de fractura de cadera aumenta trece veces, mientras que la disminución de la BMD sólo justifica un aumento del riesgo por un factor de 2. Por lo tanto, otros muchos factores influyen en el riesgo de sufrir una fractura de cadera (De Laet *et al.*, 1997).

La osteoporosis constituye uno de los principales problemas de salud en la sociedad occidental, no sólo por su trascendencia clínica, sino también por sus repercusiones sociales y económicas (Johnell, 1997). La incidencia de fracturas en la comunidad es bimodal, con picos de incidencia en la juventud y en la vejez (Garraway *et al.*, 1979; Editorial, 1990). En los jóvenes la incidencia es mayor en los varones, predominando las fracturas de los huesos largos, frecuentemente después de un traumatismo importante. A partir de los 35 años las fracturas son más frecuentes en las mujeres que en los hombres, con una incidencia creciente y diferencias entre sexos cada vez mayores, de tal forma que a partir de los 50 años la incidencia en las mujeres es el doble que en los hombres (Melton, 1988). Es importante señalar que se ha constatado que la incidencia de fracturas osteoporóticas ha ido aumentando más rápidamente de lo que cabría esperar por el sólo envejecimiento de la población (Boereboom *et al.*, 1992). Se ha estimado que un 70% de las fracturas en mayores de 45 años son de origen osteoporótico (Iskrant y Smith, 1969). Cerca del 50% de las mujeres y cerca de un 20% de los hombres mayores de 50 años tendrán al menos una fractura ósea por fragilidad ósea el resto del tiempo que les queda de vida (Sambrook y Cooper, 2006).

Una estimación aproximada del número de fracturas de cadera que se produjeron en 1990, en todo el mundo, alcanza la cifra de 1,7 millones y se estima que esta cifra será superior a 6 millones en el año 2050 (Sambrook y Cooper, 2006). El coste económico médico directo (tratamiento quirúrgico, hospitalización y rehabilitación) en España de una fractura de cadera es de 8.000 a 10.000 euros (Bouee *et al.*, 2006).

### 3.1. Factores de riesgo de fractura femoral

Para poder llevar a cabo estrategias de prevención de la osteoporosis y sus consecuencias es necesario primero identificar cuáles son los factores de riesgo para esta enfermedad. Esencialmente, los factores de riesgo para la fractura osteoporótica se pueden clasificar en las siguientes categorías:

- Factores que inciden sobre el riesgo de caída y la respuesta al traumatismo.
- Factores que influyen sobre el proceso de crecimiento y mineralización ósea durante la vida intrauterina, la infancia y la adolescencia.

- Factores macro y microarquitecturales, independientemente de la BMD, pueden determinar la resistencia mecánica del hueso.

Posiblemente, cada uno de estos grupos de factores resulta de la combinación de factores ambientales y genéticos.

### 3.1.1. Factores macro y microarquitecturales

La resistencia mecánica del hueso no depende sólo de las propiedades físicas del material que lo compone (tejido óseo) sino que, además, depende de los siguientes factores:

- Geometría del cuello femoral.
- Microarquitectura.
- Estructura mineral.
- Recambio óseo.
- Tamaño del hueso (superficie sobre la que actúan las fuerzas).

- *Geometría del cuello femoral.* Glüer *et al.*, (1994) observaron que el riesgo de fractura femoral puede predecirse a partir de cuatro factores independientes que definen la geometría de la cabeza y el cuello femoral: reducción del grosor de la cortical de la diáfisis y de la cabeza femoral, reducción de un índice trabecular de tensión y una mayor anchura de la región trocántérica. La combinación de estos cuatro factores predijo la fractura femoral también como la BMD de la cadera.

Otra variable de la geometría de la cabeza femoral que se ha asociado al riesgo de fractura de cadera es la longitud del ángulo de la cadera (*hip axis length*) o distancia desde el trocánter mayor hasta el borde interno de la pelvis. Según Faulkner *et al.*, (1993), por cada desviación estándar que aumenta la longitud de este eje el riesgo de fractura prácticamente se duplica. El valor predictivo de esta variable es independiente de la edad y de la BMD. Las mujeres japonesas presentan un cuello femoral más corto y menor angulación, lo que puede ser una de las causas por las que las japonesas, a pesar de tener una BMD inferior, tienen menos fracturas de cuello femoral que las mujeres blancas norteamericanas (Nakamura *et al.*, 1994).

- *Microarquitectura.* Cambios microarquitecturales (número y grosor de las trabéculas, etc.) pueden aumentar o disminuir la resistencia mecánica del hueso sin que se haya alterado la BMD. Algunos estudios indican que la ultrasonografía permite evaluar no sólo la BMD sino también índices relacionados con la microarquitectura y la elasticidad óseas (Hans

*et al.*, 1995). Mediante ultrasonografía es posible obtener índices como la anchura de banda de la atenuación de los ultrasonidos (ABAU) y la velocidad del sonido, que medidos en el calcáneo tienen valor predictivo del riesgo de fractura femoral (independientemente de la BMD) (Hans *et al.*, 1996). En el estudio EPIDOS, que incluyó a 5.662 mujeres, (Hans *et al.*, 1996), observaron que la incidencia de fractura de cadera fue de 2,7/1.000 en las mujeres con valores de ABAU y BDM por encima de la mediana y de 19,6/1.000 mujeres-año, en las mujeres situadas por debajo de la mediana.

- *Estructura mineral.* Cambios en la estructura mineral como, por ejemplo, la incorporación de flúor (observados al beber aguas con flúor o tras tratamiento con NaF) pueden aumentar o disminuir la resistencia mecánica ósea sin afectar a la BMD, al formar cristales de fluoroapatita. Estudios con animales indican que la presencia de flúor en concentraciones de 1.200 ppm resulta en un aumento de la resistencia mecánica, mientras que por encima de 3.000 ppm se produce una disminución (Turner *et al.*, 1992).

- *Recambio óseo.* El estudio EPIDOS demostró que el aumento de marcadores de resorción ósea como, por ejemplo, el telopéptido C, se asocian a un mayor riesgo de fractura de la cadera independientemente de la BMD. Esta relación no se pudo probar en sentido inverso para los marcadores de osteoformación (Garnero *et al.*, 1996). Garnero *et al.*, (1996) han sugerido que un aumento del recambio óseo podría entrañar cierto grado de daño microarquitectural, como podría ser un aumento del número de perforaciones trabeculares.

- *Tamaño del hueso.* La importancia de la sección transversal del hueso queda ilustrada por la observación de una menor incidencia de fracturas vertebrales en aquellas personas que tienen vértebras de mayor superficie en el plano transversal (sección transversal), incluso cuando se comparan personas que tienen vértebras de similar altura y densidad mineral ósea volumétrica (Gilsanz *et al.*, 1995).

### 3.1.2. Las caídas y el riesgo de fractura

El 90% de las fracturas de cadera ocurren como consecuencia de una caída, por lo que las caídas constituyen el principal factor de riesgo de fractura de la cadera (Grisso *et al.*, 1991). El riesgo de caída aumenta con la edad y es mayor en las mujeres ancianas que en los hombres ancianos. En estados Unidos,

las mujeres postmenopáusicas de 60 a 64 años tienen una probabilidad de experimentar al menos una caída anualmente de 1/5, mientras que las mujeres de 80 a 84 años tienen una probabilidad de 1/3 por año (Nevitt y Cummings, 1993). A partir de los 85 años el riesgo pasa a ser de 1/2 en las mujeres y de 1/3 en los hombres (Winner *et al.*, 1989). Se ha estimado que un 5% de las caídas provocan fracturas (Tinetti *et al.*, 1988). Entre los factores más importantes que se han relacionado con el riesgo de caídas destacan:

- Deterioro de la función neuromuscular.
- Alteraciones cognitivas (demencia).
- Pérdida de agudeza visual.
- Medicamentos (sedantes y antiepilépticos).

### 3.1.3. Otros factores de riesgo de fractura femoral

Otros factores de riesgo para fractura femoral son el envejecimiento, tener antecedentes familiares o personales de fracturas óseas, la delgadez con talla elevada y el estilo de vida sedentario.

- *Edad.* El envejecimiento se asocia a un deterioro progresivo que puede incidir sobre varios de los factores que determinan el riesgo de sufrir una fractura femoral. Con el envejecimiento disminuye la BMD y la calidad del hueso preexistente (Figura 24.2). Además, los ancianos padecen alteraciones sensoriales (disminución de la agudeza auditiva y visual), neuromusculares, cognitivas, cardiovasculares y articulares (artrosis) que directa o indirectamente entrañan un mayor riesgo de fractura femoral.

- *Genética.* La incidencia de fracturas es mayor en las mujeres de raza blanca u origen asiático que en las mujeres de raza negra de la población norteamericana (Cooper, 1997). La dotación genética afecta prácticamente a cada uno de los factores determinantes del riesgo de fractura femoral. Por ejemplo, las hijas de mujeres con fracturas osteoporóticas tienen un BMD inferior al valor medio de referencia poblacional (See-man *et al.*, 1994). Además la estructura geométrica ósea también se hereda en gran medida (Slemenda *et al.*, 1996). Otros factores como la constitución corporal, la masa magra y la masa grasa están en parte determinados genéticamente. Posiblemente, la agudeza visual, la destreza motora, la función cognitiva, la predisposición a padecer enfermedades intercurrentes que aumenten el riesgo de caída o puedan tener un efecto nocivo sobre la BMD también tienen un componente genético. Determinados polimorfismos de los genes que codifican el receptor nuclear de la vitamina D (VDR), el colágeno Iα1, la proteína relacionada con el receptor de LDL 5 (*LDL receptor-related protein 5* [LRP5]) y el receptor de estrógenos han sido relacionados con la BMD, aunque no han podido ser relacionados con un mayor riesgo de fractura, a excepción del lugar de unión Sp-1 del polimorfismo del gen del colágeno Iα1 (*Sp1-binding-site polymorphism in the collagen Iα1 gene*) (Ensrud *et al.*, 1999; Efstathiadou *et al.*, 2001; Mann *et al.*, 2001).

- *Historia de fractura.* El haber sufrido fracturas con anterioridad es un factor más de riesgo de fractura femoral, especialmente si las fracturas se han producido después de los 50 años. Cummings *et al.*, (1995) constataron que las mujeres de raza blanca que

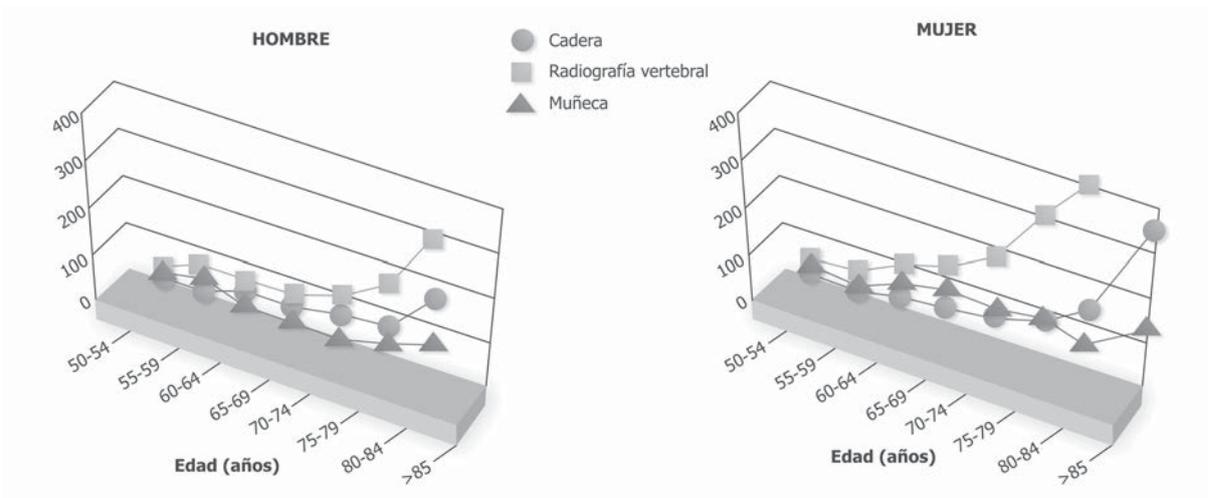


Figura 24.2. Incidencia de fracturas vertebrales, de cadera y muñeca por edades y sexos (European Prospective Osteoporosis Study). (Sambrook y Cooper, 2006).

habían sufrido una fractura después de los 50 años tenían un riesgo 1,5 veces superior de sufrir una fractura femoral, independientemente de su BMD.

- *Tamaño corporal.* Las mujeres altas tienen mayor riesgo de fractura femoral, posiblemente porque se caen más a menudo (Hayes *et al.*, 1993). Además, la longitud del eje de la cadera de las mujeres altas es mayor y, por tanto, más susceptible a la fractura (Faulkner *et al.*, 1993). La masa corporal y el BMI se asocian a mayor BMD (Felson *et al.*, 1993), en cambio una masa corporal reducida es un factor de riesgo para fractura femoral en mujeres ancianas (Farmer *et al.*, 1989). Por otro lado, hay que tener en cuenta que una mayor masa adiposa alrededor de la cadera puede ejercer un efecto de almohadillado natural que puede amortiguar los impactos y reducir de este modo el riesgo de fractura (Cooper, 1999). Las fluctuaciones de la masa corporal también inciden en el riesgo de fractura femoral. Así se ha comprobado que cuanto más masa corporal ha ganado una mujer desde los 25 años, menor es su riesgo de fractura femoral (Cummings *et al.*, 1995). Al contrario, la pérdida de un 10% o más de masa corporal desde los 50 años comporta un riesgo casi tres veces superior (Langlois *et al.*, 1996), mientras que Cummings *et al.*, (1995) observaron que pesar menos que a los 25 años implica doblar el riesgo de fractura femoral en los ancianos.

#### 4. EFECTOS DEL EJERCICIO FÍSICO (SOLICITACIÓN MECÁNICA) SOBRE EL METABOLISMO ÓSEO Y LA ESTRUCTURA ÓSEA

El tejido óseo tiene una gran plasticidad, lo que le permite aumentar su competencia mecánica cuando aumenta la solicitud mecánica y viceversa. Los estímulos mecánicos actúan provocando cambios en el metabolismo óseo en función de la magnitud de la carga y de la deformación, velocidad de aplicación de la carga, distribución y ciclos de carga que se producen. En cualquier caso los estímulos mecánicos sólo son capaces de provocar una respuesta adaptativa cuando alcanzan el umbral de estimulación.

La *magnitud de la deformación*, lo que los anglosajones denominan *strain* (es adimensional, carece de unidades de medida), se puede expresar como cambio porcentual en la longitud del hueso sometido a carga con respecto a la longitud inicial.

La *magnitud de la carga o presión* a que son sometidos los huesos, que los anglosajones denominan *stress* (se mide en, por ejemplo, MPa m<sup>-2</sup> o en MN m<sup>-2</sup>). Igualmente, los huesos que soportan mayores presiones se vuelven más resistentes. Según la teoría mecanostática, existe un nivel de tensión mínima necesaria para el mantenimiento del hueso, un nivel para que se produzca un modelado activo con ganancia neta de masa ósea, y un nivel aún superior en el cual se producen sobrecargas patológicas que generan el remodelado óseo con el objetivo de reparación del material dañado. Los pocos estudios que han medido mediante la implantación de sensores en el hueso humano las tensiones producidas durante la actividad física, sugieren que aquéllas actividades que generan mayores fuerzas son las que producen mayores adaptaciones.

La manera en que las tensiones se distribuyen a lo largo del hueso es lo que llamamos *distribución de la carga*, y es especialmente interesante porque las investigaciones más recientes al respecto sugieren que los procesos de formación ósea construyen huesos adaptados a las cargas habituales. Este proceso es tan específico que el hueso puede aumentar su competencia mecánica en unas regiones y debilitarse en otras (las no sometidas a carga).

Por último, los *ciclos de carga* hacen referencia a la frecuencia con la que se producen cargas sobre el hueso.

Pese a que se necesita un número mínimo de ciclos para desencadenar una respuesta osteogénica, el número de repeticiones parece menos importante que la magnitud y la velocidad de las cargas. En definitiva, para generar una respuesta de formación de hueso que conlleve mejoras en la materia y en la estructura del mismo parece imprescindible que la magnitud de la carga sea adecuada, con una velocidad óptima, que se aplique en direcciones distintas a la habitual y un número mínimo de veces.

Se ha demostrado que la inmovilización y la ingravidez se asocian a pérdida de masa ósea (Riggs y Melton, 1986; Raisz, 1988; Sambrook y Cooper, 2006). En cambio, el ejercicio físico ayuda a preservar e incluso puede promover un aumento considerable de la masa ósea (Suominen, 1993; Chilibeck *et al.*, 1995; Calbet *et al.*, 1998; Calbet *et al.*, 1999; Calbet *et al.*, 2001). No obstante, hay que tener en cuenta que no todos los tipos de ejercicio son igualmente eficaces, incluso algunos pueden resultar perjudiciales en algunas regiones (Hetland *et al.*, 1993; Rico *et al.*, 1993; Tommerup *et al.*, 1993; Cuesta *et al.*, 1996).

Está demostrado que los ejercicios que comportan impactos sobre la estructura ósea como, por ejemplo, el voleibol (Calbet *et al.*, 1999) tienen un mayor efecto trófico sobre el hueso que los ejercicios sin impacto (Dorado *et al.*, 2002). No obstante, ejercicios adecuados desde el punto de vista mecánico pueden comportar pérdida de masa ósea en algunas regiones, especialmente cuando se producen alteraciones neuroendocrinas (aumento de cortisol y descenso de estradiol), como ocurre, por ejemplo, en las corredoras amenorreicas. Estas últimas presentan valores normales, o incluso altos, de masa y densidad ósea en las extremidades inferiores, y disminuidas en la columna lumbar (Suominen, 1993; Chilibeck *et al.*, 1995). Lo realmente grave es que la pérdida de masa ósea a nivel lumbar que presentan las corredoras amenorreicas es prácticamente irreversible (Keen y Drinkwater, 1997). Además, se ha demostrado que la actividad física, especialmente si comporta soportar el peso corporal y someter a las estructuras esqueléticas a impactos, se asocia no sólo a un incremento de la BMD, sino que también se producen cambios en la microarquitectura ósea e incluso en la geometría que mejoran la resistencia mecánica del hueso (Chilibeck *et al.*, 1995).

No obstante el efecto del ejercicio físico sobre la estructura del esqueleto varía en función de la edad y el sexo. No existen diferencias en la masa ósea entre niños y niñas en el momento del nacimiento, habiéndose comunicado valores similares de densidad volumétrica ósea en neonatos independientemente del sexo (Trotter y Hixon, 1974). Durante la infancia y hasta el inicio de la pubertad tampoco existen diferencias significativas en la masa ósea del esqueleto axial o apendicular (Glastre *et al.*, 1990; Bonjour *et al.*, 1991; Gilsanz *et al.*, 1998). Durante la pubertad la masa ósea se duplica en la columna lumbar (Bonjour *et al.*, 1991; Theintz *et al.*, 1992). Este proceso se inicia aproximadamente, dos años más tarde en los hombres que en las mujeres. Por lo tanto existe una etapa en la que las mujeres pueden presentar mayor masa ósea que los hombres. Los hombres presentan pues un periodo prepuberal más largo, durante el cual se sigue produciendo incremento de la masa ósea (pero a la velocidad prepuberal). Esto puede conferir cierta ventaja a los hombres para alcanzar un pico de masa ósea mayor, pues su periodo de desarrollo puberal se inicia con una masa ósea mayor a la que tienen las mujeres al inicio de su pubertad.

Durante la pubertad se produce sobre todo aumento del tamaño óseo mientras que la densidad mine-

ral ósea volumétrica apenas si cambia o, si aumenta, lo hace muy ligeramente. Al final de la pubertad hombres y mujeres presentan una densidad ósea volumétrica similar (Gilsanz *et al.*, 1997, 1998). El área de sección transversal de hueso cortical en los huesos apendiculares como, por ejemplo, el fémur, es similar en hombres y mujeres, una vez corregidas las diferencias debidas a la masa corporal y a la talla (Gilsanz *et al.*, 1997).

La raza negra presenta mayor densidad ósea volumétrica que la blanca (Han *et al.*, 1996). Aunque blancos y negros tienen el mismo número de trabéculas, éstas son más gruesas en los negros (Gilsanz *et al.*, 1998). Asimismo, los negros tienen mayor área de sección transversal de hueso cortical en los huesos largos, lo que les confiere mayor resistencia mecánica (Ammann *et al.*, 1996).

El pico de velocidad de crecimiento en longitud (estatura) precede ligeramente al pico de velocidad de ganancia de masa ósea. En los niños la máxima ganancia en masa ósea se produce entre los 13 y los 14 años, mientras que en las niñas ocurre un poco antes, entre los 11 y 12 (Bonjour *et al.*, 1991; Theintz *et al.*, 1992; Fournier *et al.*, 1997). El contenido mineral óseo aumenta linealmente con la maduración, sin que haya diferencias antes del estirón puberal (Molgaard *et al.*, 1997). El contenido mineral óseo (BMC) de los chicos sigue aumentando durante la pubertad tardía (Molgaard *et al.*, 1997), mientras que en las chicas el BMC tan sólo aumenta ligeramente tras la pubertad (Molgaard *et al.*, 1997), siendo el aumento de la producción de estrógenos en las chicas la explicación más apoyada para este hecho (Seeman, 2001). Concretamente las diferencias en tamaño y resistencia de los huesos entre géneros se establecen en la pubertad, debido a que en los chicos se produce una máxima expansión de las superficies del periosteo y del endostio y una mínima contracción endocortical, comparado con la gran contracción endocortical y a la inhibición del aumento en el periosteo de las chicas tras el estirón puberal (Zhang *et al.*, 1999; Seeman, 2001). Como resultado, mientras que la densidad volumétrica permanece constante durante el crecimiento y similar en ambos sexos (Schoenau, 1989; Lu *et al.*, 1994), el BMC es en torno a un 20% mayor en los chicos que en las chicas a la edad de 16-17 años, simplemente porque sus huesos son más grandes (Schoenau *et al.*, 2001). Por tanto, las diferencias en resistencia ósea entre niños y niñas son el resultado de las diferencias en forma y geometría de sus huesos (Schoenau *et al.*, 2001), lo que posiblemente está con-

trolado directamente por la acción hormonal durante la pubertad, aunque el inicio de la actividad física puede producir un mayor aumento del tamaño óseo durante la pubertad (Kannus *et al.*, 1995).

Con una dieta adecuada en cuanto a requerimientos de calcio, vitaminas, proteínas y energía (calorías), la acumulación de masa ósea finaliza en las mujeres antes del final de la segunda década (Bonjour *et al.*, 1991; Katzman *et al.*, 1991; Theintz *et al.*, 1992; Matkovic *et al.*, 1994).

Estudios correlacionales sugieren una relación directa entre la actividad física habitual y la mineralización ósea, siendo mayor el BMC cuanto mayor es la cantidad de ejercicio (Slemenda *et al.*, 1994; Bailey *et al.*, 1996; Ilich *et al.*, 1998; Vicente-Rodriguez *et al.*, 2003). Hace unos años ya empezaba a estar claro que alrededor de los 12-14 años, los chicos más activos tenían un BMC mayor, también que en torno a esta edad se daba el pico de velocidad en la acumulación de masa ósea y que la acumulación de BMC también era mayor en los niños activos (Slemenda *et al.*, 1994; Bailey *et al.*, 1996; Ilich *et al.*, 1998; Jiménez Ramírez y López Calbet, 2001; Vicente-Rodriguez *et al.*, 2003). Otros estudios también indican que los atletas adultos que empezaron sus carreras deportivas antes de la pubertad no sólo se benefician de un BMC mayor sino también de unos huesos más grandes (Kannus *et al.*, 1995; Bradney *et al.*, 1998; Haapasalo *et al.*, 1998; Calbet *et al.*, 2001; Kontulainen *et al.*, 2002, 2003), lo que confiere una resistencia adicional frente a las fracturas (Schoenau *et al.*, 2001).

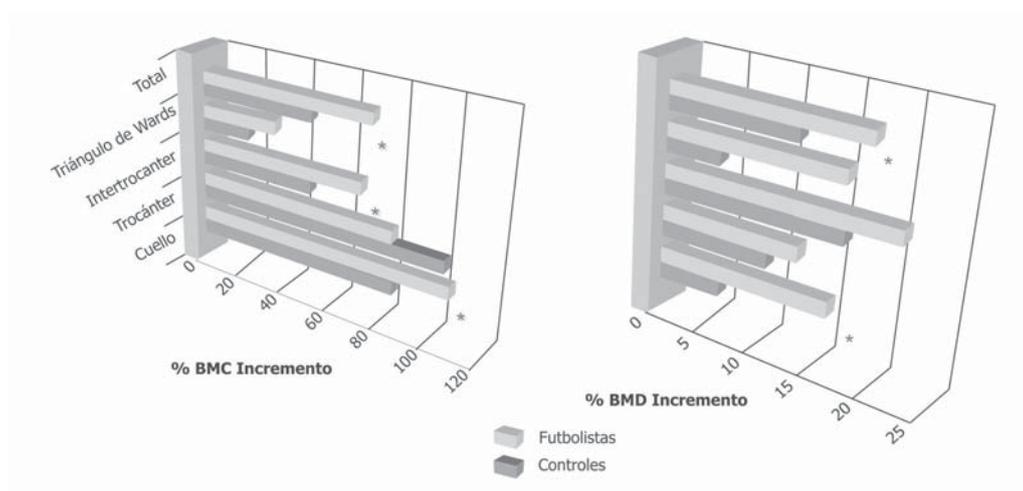
No estaba tan claro, sin embargo, si también en edades prepuberales la actividad física tenía un efecto apreciable en la adquisición de capital óseo. Actualmente, se ha mostrado que en edades prepuberales los niños varones (Bradney *et al.*, 1998; Lima *et al.*, 2001; Vicente-Rodriguez *et al.*, 2003) y las niñas (Courteix *et al.*, 1998; Lehtonen-Veromaa *et al.*, 2000a; Lehtonen-Veromaa *et al.*, 2000b; Nurmi-Lawton *et al.*, 2004) físicamente activos/as tienen mayor BMD en la columna lumbar y/o el fémur que niños y niñas de sus mismas características menos activos. Posteriormente, estudios con intervenciones controladas y longitudinales han confirmado los resultados de los estudios transversales previos, demostrando que la práctica deportiva durante los años prepuberales promueve una mayor acumulación de mineral óseo (Morris *et al.*, 1997; MacKelvie *et al.*, 2001; MacKelvie *et al.*, 2002; MacKelvie *et al.*, 2003; Vicente-Rodriguez *et al.*, 2004a). Incluso, se han descritos cambios estructurales óseos, de forma y de tamaño en niños prepu-

berales (MacKelvie *et al.*, 2004; Vicente-Rodriguez *et al.*, 2004a). Por ejemplo, los futbolistas prepúberes presentan un área ósea un 10% mayor en la zona del trocánter comparados con niños de tamaño corporal y edad similar menos activos (Vicente-Rodriguez *et al.*, 2003), (véase la Figura 24.3. Igualmente, niños prepúberes que participaron en una intervención en el colegio con un circuito de actividades de alto impacto (doce minutos tres veces a la semana) durante veinte meses obtuvieron expansión ósea a nivel tanto de la superficie del perióstio (+2,6%,  $P = 0,1$ ) como del endostio (+2,7%,  $P = 0,2$ ). Esta expansión de la corteza del hueso resultó en un aumento del 7,5% ( $P < 0,05$ ) de la resistencia ósea tras ajustar por las diferencias en el aumento de talla, estado Tanner final y valores de masa ósea al comienzo del estudio (MacKelvie *et al.*, 2004). Todos estos cambios estructurales son muy interesantes porque posiblemente podrían perdurar durante el resto de la vida, mientras que los cambios en BMC y BMD podrían perderse con el tiempo (Gustavsson *et al.*, 2003a).

Un estudio reciente (Valdimarsson *et al.*, 2006) ha demostrado efectos beneficiosos del ejercicio en niñas de 7 a 9 años de edad que realizaron una clase diaria de educación física (40 minutos/día, es decir 200 minutos por semana) comparadas con las niñas del grupo control que sólo efectuaron 60 minutos de educación física a la semana, sin incluir ningún ejercicio diferencial en ambos grupos. En las clases de educación física las niñas realizaban, principalmente, juegos con balón y otras actividades que incluían carreras y saltos. Tras un año, ambos grupos aumentaron su BMC, BMD y tamaño de los huesos, especialmente en la región lumbar, pero el aumento fue mayor en las niñas que realizaron 200 minutos de actividad física (Valdimarsson *et al.*, 2006). No obstante, no hubo diferencias en la densidad volumétrica estimada (Valdimarsson *et al.*, 2006). Los efectos de ejercicio sobre la masa ósea en niñas deportistas pre y peripuberales de nivel alto son aún mayores (Vicente-Rodriguez *et al.*, 2004b, 2004c, 2006).

Estudios realizados en nuestro laboratorio han permitido comprobar que la acumulación de masa ósea durante el crecimiento es proporcional al aumento de masa muscular (Vicente-Rodriguez *et al.*, 2005), lo que sugiere que los ejercicios que promuevan la hipertrofia muscular pueden tener un efecto osteogénico adicional.

Por tanto, parece que la práctica de ejercicio físico debería empezar antes del estirón puberal para beneficiarse de un tejido óseo más sensible y con mayor



**Figura 24.3.** Incrementos en el contenido y densidad mineral (BMC y BMD) medios del fémur y subregiones femorales. \*  $p < 0,05$  entre grupos.

capacidad adaptativa (Vicente-Rodríguez, 2006). Pero ¿por cuánto tiempo se debería mantener esa práctica deportiva para obtener beneficios realmente importantes? Los resultados transversales y longitudinales sugieren que se puede producir un mayor aumento del BMC y BMD cuanto mayor sea el periodo de práctica de la actividad física (Bailey *et al.*, 1996; Calbet *et al.*, 2001; Gustavsson *et al.*, 2003b; Vicente-Rodríguez *et al.*, 2003, 2004, 2005, 2007; Nordstrom *et al.*, 2006; Valdimarsson *et al.*, 2006). Según los resultados de Bailey *et al.*, 1996) y Gustavsson *et al.* (2003b) los niños se podrían beneficiar de un aumento aún mayor de la masa ósea durante el periodo de dos años en que se produce la mayor velocidad en la adquisición de capital óseo, que va de los 11 a los 13 años en las niñas y de los 12 a los 14 en los niños. La continuación de la actividad física más allá de este periodo comporta una ganancia adicional (Nordstrom *et al.*, 2006).

Cabría entonces preguntarse si una vez conseguidos, estos beneficios óseos se mantendrían durante el resto de la vida si se cesa la práctica deportiva. El tema es controvertido. Algunos autores han sugerido que las ganancias en masa ósea se mantienen tras un periodo de desentrenamiento de duración similar al de la práctica que produjo esa ganancia (Fuchs y Snow, 2002), y a largo plazo (Bass *et al.*, 1998; Rizzoli y Bonjour, 1999). Pero también se ha comunicado lo contrario, es decir, pérdidas de BMD muy rápidas en el cuello femoral después de la disminución de la práctica de actividad física en hombres jóvenes (Gustavsson *et al.*, 2003a). No obstante, Nordstrom *et al.*, han podido demostrar mediante un estudio longitudinal que los deportistas adultos de 21 años de edad

retirados mantienen niveles de BMD superiores a los observados en el grupo control, tras cinco años de interrupción de la práctica deportiva (Nordstrom *et al.*, 2005). Efectos similares fueron observados también en otra cohorte de adolescentes deportistas de 17 años de edad que fueron seguidos durante cinco años, tras la interrupción de la práctica deportiva (Nordstrom *et al.*, 2006). A los tres años de interrupción de la práctica deportiva se detectó una pérdida de BMD en el cuello femoral, no obstante los valores medidos siguieron siendo superiores a los observados en controles sedentarios sometidos al mismo seguimiento (Nordstrom *et al.*, 2006). Además, estos autores constataron que la incidencia de fracturas en 400 varones de unos 60 años de edad que practicaron deporte en su juventud fue inferior a la observada en el grupo control sedentario, que nunca practicó deporte (Nordstrom *et al.*, 2005).

#### 4.1. La importancia del pico de masa ósea alcanzado al final del crecimiento

Estudios retrospectivos realizados en Gran Bretaña y Suecia han observado que la masa corporal en la infancia determina la masa ósea de durante la edad adulta, incluso siete décadas más tarde (Cooper *et al.*, 1995; Duppe *et al.*, 1997). Cooper *et al.* (1997) estudiaron a 189 mujeres y a 224 hombres de 63 a 73 años de edad, de los que se disponían datos detallados de peso corporal desde el nacimiento. Estos autores constataron una diferencia en contenido mineral óseo (BMC) en la cadera y en la columna lumbar de un 12 a 15% entre los sujetos que al año de vida se encon-

traban en tercil superior de masa corporal y los que estaban en el inferior. Esta relación posiblemente se debe la “programación” de los sistemas endocrinos que controlan el crecimiento y el proceso de mineralización. El término “programación” hace referencia a los cambios persistentes en la estructura y la función causados por estímulos ambientales durante periodos críticos del desarrollo, que abarcan desde la etapa embrionaria hasta los primeros años de la vida.

El capital óseo de los adultos depende de la acumulación ósea que se ha producido durante el crecimiento, y de la pérdida del contenido mineral óseo que se produce con el paso de los años. El pico máximo de masa ósea (PBM) se alcanza hacia la tercera década de vida (Matkovic *et al.*, 1994), y está estrechamente relacionado con la cantidad y tipo de actividad física que se ha realizado durante la fase de crecimiento, tal y como demuestran los numerosos estudios transversales y longitudinales citados anteriormente. Por lo tanto, el tratamiento de la lucha contra la osteoporosis debe basarse en una estrategia preventiva que promueva la acumulación de capital óseo durante el crecimiento, la pubertad y la adolescencia. El incremento de masa ósea asociado a la práctica deportiva se mantiene parcialmente y confiere a los ex deportistas un efecto residual beneficioso que disminuye el riesgo de fractura a los 60 años en varones (Nordsstrom *et al.*, 2006) y puede que también a mayor edad. No se sabe aún si un efecto similar es observable en las mujeres, no obstante existe evidencia indirecta que sugiere que las mujeres ex deportistas podrían mantener a largo plazo algunos de los cambios estructurales óseos inducidos por la práctica deportiva, aunque este efecto parece menos marcado que en los varones (Sanchis Moysi *et al.*, 2004; Sanchis-Moysi *et al.*, 2004).

Una vez que se ha alcanzado el pico máximo de masa ósea, ésta empieza a perderse (Riggs y Melton, 1986). Se sabe desde hace más de veinte años que las mujeres pierden cerca del 35% del hueso cortical y del 50% del hueso trabecular con el envejecimiento (Riggs y Melton, 1986) y que los hombres pierden un tercio menos (Wilmore, 1991).

#### 4.2. Amenorrea y masa ósea

Las mujeres corredoras de larga distancia que padecen amenorrea tienen niveles inferiores de BMD y, además, presentan valores más bajos de osteocalcina y fosfatasa alcalina (marcadores de formación ósea) y más altos de desoxipiridinolina (marcador

de resorción ósea) que las corredoras con menstruación normal (Zanker y Swaine, 1998). La amenorrea de las deportistas se debe a una alteración del funcionamiento del eje hipotálamo-hipofiso-gonadal, que podría en parte estar causada por el descenso de los niveles circulantes de leptina (LaMarca y Volpe, 2004), que interrumpe el ciclo ovulatorio y se asocia a niveles plasmáticos descendidos de estrógenos. Es decir, origina una situación endocrina muy parecida a una menopausia precoz, con efectos devastadores sobre el hueso si la situación se prolonga durante varios años, sólo parcialmente recuperables con tratamiento médico.

#### 4.3. Ejercicio físico y masa ósea en mujeres premenopáusicas

Estudios longitudinales, como el realizado por el grupo de Lohman, muestran que el entrenamiento de fuerza con cargas de alta intensidad incrementa el BMD regional del fémur. Sin embargo, la densidad ósea total del cuerpo no experimentó cambios en ese estudio, pese a que la fuerza máxima y la fuerza isocinética aumentaron en los dieciocho meses que duró la intervención (Lohman *et al.*, 1995), datos que concuerdan con otros publicados (Dornemann *et al.*, 1997). Igualmente, Snow-Harter *et al.* (1992) comunican incrementos significativos del BMD lumbar en mujeres jóvenes sometidas tanto a entrenamiento aeróbico (*jogging*), como a entrenamiento de fuerza. No obstante, pese a que el grupo sometido a entrenamiento con sobrecargas aumentó los niveles de fuerza, no hubo diferencias entre el grupo de ejercicio aeróbico y el grupo de trabajo de fuerza (Snow-Harter *et al.*, 1992), quizá debido a la corta duración del protocolo de entrenamiento y a las limitaciones fisiológicas de la formación y remodelación ósea (Layne y Nelson, 1999). En la misma línea, se ha comparado a mujeres que hacían entrenamientos con pesas con corredoras y nadadoras, y los resultados de estas investigaciones nos sugieren que el entrenamiento con pesas parece ser un estímulo mejor para el incremento del BMC que correr o nadar (Heinrich *et al.*, 1990).

Por otra parte, no está tan claro que el entrenamiento con sobrecargas u otros entrenamientos de fuerza favorezcan, de esta forma tan evidente, la adquisición o el mantenimiento de la masa ósea en mujeres premenopáusicas. Algunos autores comunican efectos inapreciables (Vuori *et al.*, 1994; Heinoenen *et al.*, 1996) (Peterson *et al.*, 1991).

En este sentido, el grupo de investigación de Vuori ha realizado varios estudios. En uno de ellos, en el que participaron mujeres perimenopáusicas, se plantearon dos entrenamientos de dieciocho meses de duración, uno de fuerza (50 minutos, menos de tres veces por semana, sin sobrecargas) y otro de resistencia (distintos ejercicios aeróbicos durante 50 minutos, tres veces por semana). Observaron que las mujeres que hacían los ejercicios aeróbicos tuvieron una tendencia a mantener los niveles de BMD, mientras que el entrenamiento de fuerza no tuvo ningún efecto sobre la densidad mineral ósea (Heinonen *et al.*, 1998). En otros dos estudios, intentaron investigar los efectos tanto del entrenamiento unilateral de fuerza, como del periodo posterior de desentrenamiento. En ambos trabajos observaron que el entrenamiento de fuerza no producía un estímulo efectivo para favorecer una respuesta osteogénica que aumentara ni la masa o densidad ósea, ni el grosor de la pared cortical de los huesos. Sin embargo, hubo una ligera tendencia a aumentar tanto el BMC como el BMD en la extremidad sometida a entrenamiento (Vuori *et al.*, 1994; Heinonen *et al.*, 1996).

Por contra, el grupo de Rockwell ha comunicado que la densidad mineral de la columna lumbar disminuyó en un grupo de mujeres que se sometieron a un entrenamiento de fuerza (Rockwell *et al.*, 1990). No obstante, los resultados de este estudio son difíciles de interpretar, debido a que no tiene un diseño randomizado y existían grandes diferencias físicas entre ambos grupos antes de comenzar el protocolo de investigación. Comparado con las mujeres que realizaron el entrenamiento, las mujeres del grupo control tenían un mayor peso y grasa corporal, factores que normalmente se asocian con un BMD más alto (Layne y Nelson, 1999).

En vista de estos estudios, no están claros los efectos de los distintos entrenamientos de fuerza sobre la masa ósea en edades premenopáusicas. No obstante, parece ser que para que un entrenamiento sea beneficioso para la acumulación de mineral en el hueso, depende tanto de la intensidad de las cargas, como de la frecuencia y de la duración del entrenamiento.

#### 4.4. Ejercicio físico y masa ósea en mujeres postmenopáusicas

Los efectos del entrenamiento de fuerza en mujeres postmenopáusicas han originado resultados dispares... Muchos estudios presentan efectos positivos

sobre la masa ósea, con incrementos en la densidad mineral (Kerr *et al.*, 1996; Maddalozzo y Snow, 2000; Rhodes *et al.*, 2000; Vincent y Braith, 2002), o simplemente preservando los niveles de BMD de la disminución observada en mujeres control (Pruitt *et al.*, 1992; Seidl *et al.*, 1993; Nelson *et al.*, 1994; Ryan *et al.*, 1998; Bemben *et al.*, 2000). Sin embargo, otros autores no encuentran ningún efecto (Pruitt *et al.*, 1995; Tan *et al.*, 1998; Humphries *et al.*, 2000). Un meta-análisis de los efectos del ejercicio físico sobre la masa ósea en mujeres de los estudios publicados desde 1966 a 1998 indica que los programas de entrenamiento de fuerza no muestran un efecto significativo en la masa ósea, debido posiblemente al escaso número de estudios y a que algunos de los protocolos de entrenamiento no alcanzaban los mínimos en carga o en duración para poder resultar efectivos (Wolff *et al.*, 1999).

Por otro lado, estudios recientes, con un diseño mucho más elaborado y de carácter randomizado, presentan incrementos en el BMD con el entrenamiento de fuerza de alta intensidad (Vincent y Braith, 2002). Estos autores plantearon dos tipos de entrenamiento de fuerza, uno de baja intensidad (60% del 1RM) y otro de alta intensidad (80% del 1RM) durante seis meses, tres días por semana. Los resultados de su observación mostraron incrementos de un 1,92% en el BMD del cuello femoral con el protocolo de alta intensidad y, además, los marcadores de formación ósea estaban aumentados, lo que podría significar beneficios adicionales en el futuro.

Por tanto, parece que los efectos en la masa ósea debidos al entrenamiento de fuerza en mujeres postmenopáusicas dependen de factores intrínsecos al entrenamiento, como la intensidad de la carga, el número y duración de las sesiones de entrenamiento y la duración del propio programa de entrenamiento de fuerza. Por tanto, son necesarios nuevos estudios randomizados y longitudinales, para investigar la intensidad y duración adecuada del entrenamiento, que favorezca la adquisición de capital óseo en edades críticas con respecto a la osteoporosis.

## 5. ¿QUÉ CARACTERÍSTICAS DEBE REUNIR EL EJERCICIO PARA FAVORECER LA ADQUISICIÓN DE MASA ÓSEA? ¿CUÁL ES EL LÍMITE MÁXIMO DE ADAPTACIÓN? ¿QUÉ ES MÁS IMPORTANTE, EL VOLUMEN O LA INTENSIDAD?

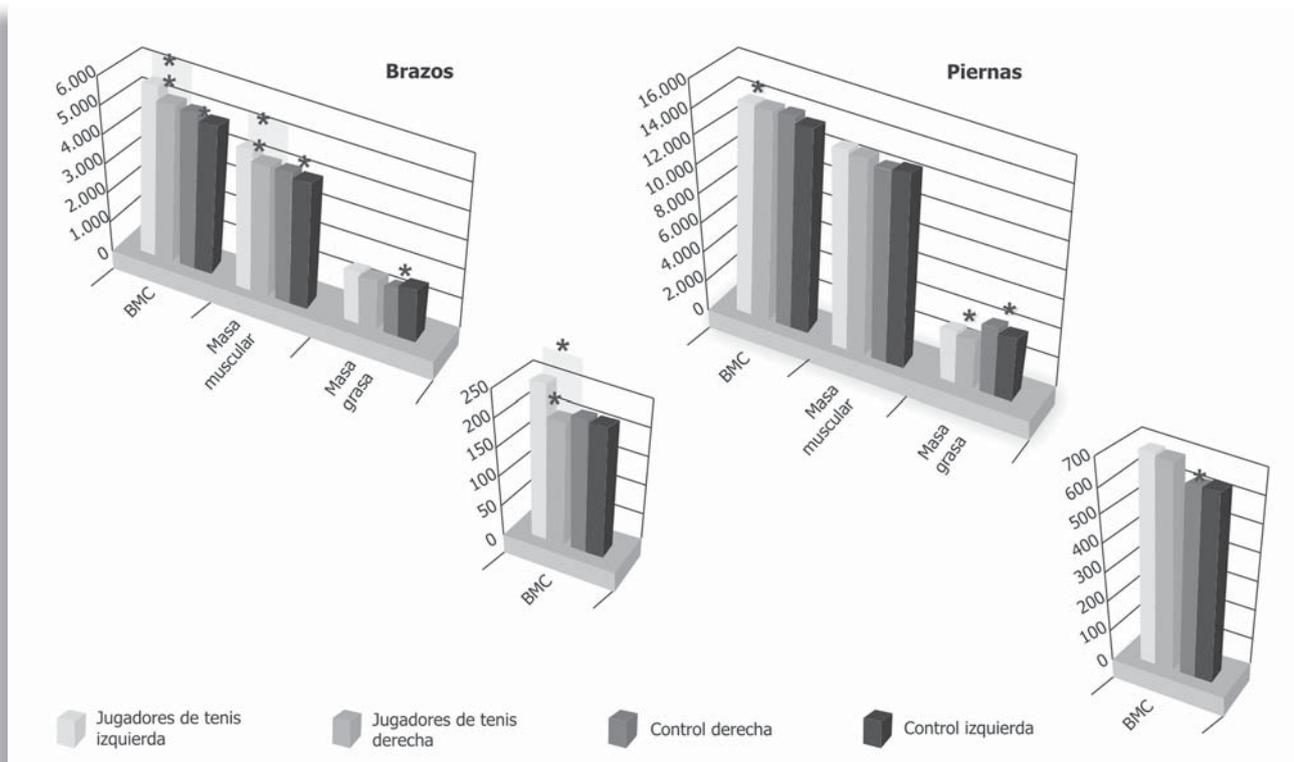
Uno de los modelos experimentales más utilizados para revelar los efectos que puede tener el ejercicio físico sobre la masa ósea ha sido estudiar en un mismo grupo de personas las diferencias entre los huesos sometidos a carga y los huesos no sometidos a esfuerzos especiales. Tal vez, el ejemplo más elocuente al respecto sea el tenis. Los tenistas someten a una carga importante a los huesos del brazo dominante, mientras que el brazo contralateral apenas es ejercitado. Este modelo ofrece las siguientes ventajas:

- El código genético de ambos brazos es el mismo.
- Ambos brazos están sometidos al mismo tipo de influencias hormonales, por parte de las hormonas sistémicas (andrógenos, cortisol, etc.).

- La influencia de otros factores como los nutricionales (ingesta de calcio, proteínas, cafeína, vitamina D, etc.), los hábitos tóxicos, los fármacos, radiación solar, que pueden dificultar la interpretación de estudios transversales en los que los deportistas son comparados con un grupo control, son similares para el brazo dominante y para el brazo contralateral.

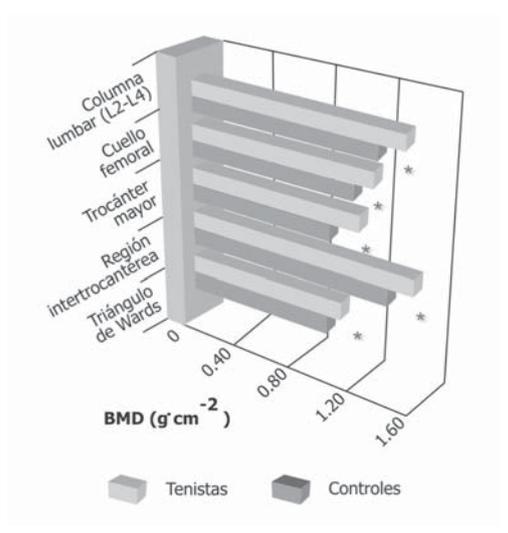
Por lo tanto, las diferencias observadas entre el brazo dominante y el brazo contralateral de los tenistas pueden ser atribuidas al efecto de la práctica deportiva y al uso habitual. Las consecuencias del mayor uso habitual del brazo dominante se pueden poner igualmente de manifiesto estudiando a un grupo control que no realice deporte habitualmente.

Recientemente, en el Laboratorio de Rendimiento Humano de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, estudiamos el efecto de la práctica del tenis en nueve tenistas profesionales de 26 años de edad, que empezaron a practicar tenis antes de los 13-14 años (inicio de la pubertad) (Calbet *et al.*, 1998). En este grupo pudimos comprobar que la masa total del brazo dominante de los tenistas es aproximadamente un 20% superior a la del brazo no dominante, mientras que en el grupo control las diferencias entre brazos fueron mínimas (Figura 24.4). El aumento de la



**Figura 24.4.** Masa muscular y masa ósea de los brazos y de las piernas de tenistas profesionales y varones sedentarios de similar edad (Calbet *et al.*, 1998). \*  $p < 0,05$ .

masa total del brazo dominante fue debida, principalmente, a que tanto la masa ósea (contenido mineral óseo o BMC) y la masa magra fueron cerca de un 20% superiores en el brazo dominante. Especialmente interesante fue constatar que el área total ocupada por hueso fue mayor en el brazo dominante, lo que pone de manifiesto que la práctica del tenis desde antes de la pubertad se asocia no sólo al aumento de la BMD sino que también comporta un incremento del tamaño de los huesos (hipertrofia ósea). Estos hallazgos han sido posteriormente refrendados en otras regiones y con otros modelos de ejercicio (Valdimarsson *et al.*, 2006). Este aumento del tamaño óseo contribuye muy eficazmente a mejorar la resistencia ósea. Nuestro estudio también demostró que la práctica del tenis se asocia a importantes incrementos (10-15%) de la BMD lumbar y femoral (Figura 24.5).



**Figura 24.5.** Densidad mineral ósea (BMD) lumbar y femoral en tenistas profesionales y varones sedentarios sanos (Calbet *et al.*, 1998). \*  $p < 0,05$ , al comparar tenistas y sedentarios.

Dentro de esta misma línea de investigación nos planteamos determinar cuál podría ser el límite máximo de adaptabilidad del hueso, es decir, ¿hasta qué nivel puede aumentar la BMC y la BMD con la práctica deportiva? Para tratar de responder a esta pregunta decidimos estudiar a practicantes profesionales de voleibol (entre ellos varios componentes de la selección española, una de las mejores del mundo) (Calbet *et al.*, 1999). La razón de elegir profesionales se debió al gran volumen de entrenamiento y competiciones que realizan habitualmente. Escogimos voleibol por ser éste un deporte en el que se genera un gran número de impactos de elevada magnitud (saltos ver-

tales, caídas, remates, caídas asimétricas apoyando una sola pierna, cambios bruscos y rápidos de dirección, etc.). En definitiva que el voleibol aparece como un deporte que reúne los requisitos para estimular al máximo un aumento de la BMC y de la BMD en múltiples regiones. En efecto, observamos que tanto en brazos, como a nivel lumbar y femoral, los jugadores de voleibol presentaron valores muy aumentados de BMC y BMD comparados con el grupo control, incluso después de ajustar los datos obtenidos para el efecto de la masa corporal y de la talla.

Sin embargo, algunas modalidades deportivas, ya sea por provocar cambios hormonales que pueden desembocar en un balance óseo negativo, ya sea por el descenso de la concentración plasmática de hormonas sexuales y/o aumento de cortisol basales, o bien por sus efectos aceleradores del *turnover* óseo, pueden producir descenso de la masa y/o densidad ósea en ciertas localizaciones. Por ejemplo, se ha demostrado que los ejercicios que provocan acidosis metabólica (ejercicios con un importante componente anaeróbico) aceleran el recambio óseo y podrían conducir a un descenso de la masa ósea (Brahm *et al.*, 1997; Woitge *et al.*, 1998). El fútbol es posiblemente el deporte más practicado por los varones en Europa y Latinoamérica. Además, la mayoría de los practicantes se han iniciado antes de la pubertad. Desde el punto de vista mecánico reúne muchos de los requisitos para fomentar un aumento de la masa y densidad óseas en los huesos de las extremidades inferiores y en la columna vertebral. Esto es debido a los fuertes impactos que se generan al chutar, al esprintar y cambiar bruscamente de dirección, al saltar, etc. Por otro lado, se trata de un ejercicio intermitente de alta intensidad, por lo que se produce acidosis metabólica, siendo frecuentes lactemias mantenidas a lo largo del partido por encima de los 8 mM (Bangsbo, 1994). Cabe, pues, preguntarse cuál de los dos efectos predomina, el efecto estimulante de la osteoformación proporcionado por los impactos repetidos o el aumento de la resorción ósea estimulado por la acidosis metabólica. Nuestros datos indican que a pesar del desarrollo de acidosis metabólica durante la práctica del fútbol, la masa y densidad óseas aumentan considerablemente en la cadera de los futbolistas, donde las diferencias con el grupo control oscilan entre un 20 y 30%. El efecto sobre la columna lumbar es menor, pero aun así los futbolistas presentan un BMC y una BMD un 13 y un 10% superior comparados con el grupo control. En cambio, los huesos de las extremidades superiores de los futbolistas y el cráneo presentan valores de BMC

y BMD similares a los observados en el grupo control (Calbet *et al.*, 2001).

Otra cuestión de gran trascendencia es qué tipo de ejercicios son más eficaces para promover la adquisición y el mantenimiento de la masa ósea. Existe evidencia científica que demuestra que basta con incluir unos pocos saltos en las clases de educación física para observar un efecto osteogénico en niños y niñas (Morris *et al.*, 1997; Heinonen *et al.*, 2000; Mackelvie *et al.*, 2001, 2002, 2003, 2004), pero también en mujeres jóvenes (Kato *et al.*, 2006). En niños, el salto vertical genera fuerzas de reacción en el suelo del orden de 3,5 a 5 veces el peso corporal, con velocidades máximas de generación de fuerza contra el suelo de hasta unas 500 veces el peso corporal por segundo (McKay *et al.*, 2005). Los atletas de triple salto generan fuerzas de reacción durante el apoyo unas tres veces superiores (quince veces el peso corporal), con la peculiaridad de que dicho esfuerzo es soportado exclusivamente por una extremidad (Perttunen *et al.*, 2000). Por otro lado, los deportistas con mayor masa y densidad ósea son los que practican deportes con impactos muy intensos como los saltadores de triple salto en longitud (Heinonen *et al.*, 2001b) o los jugadores de voleibol (Calbet *et al.*, 1999). También presentan valores excepcionalmente altos de masa y densidad ósea los halterófilos y halterófilas (Karls-son *et al.*, 1993; Heinonen *et al.*, 2002), así como los gimnastas (Taaffe *et al.*, 1997; Markou *et al.*, 2004). También se ha demostrado que los deportistas que practican deportes de equipo en los que se producen carreras rápidas, cambios de dirección bruscos y saltos presentan valores elevados de masa ósea. En general, cuanto mayor es el volumen de práctica deportiva (horas por semana) mayor es el efecto osteogénico.

El efecto osteogénico de los deportes se restringe a las regiones del aparato locomotor sometidas a carga. Por ejemplo, los brazos de los futbolistas son similares a los brazos de la población control sedentaria. Esta especificidad debe ser tenida en cuenta de cara a complementar, si fuera necesario, los efectos producidos por un deporte con otra actividad capaz de estimular las zonas no sometidas a carga por la práctica deportiva habitual. El desarrollo de hipertrofia muscular es también ventajosa porque puede tener un efecto

estimulante adicional de la osteogénesis (Heinonen *et al.*, 2001a; Hamrick *et al.*, 2002; Vicente-Rodriguez *et al.*, 2005; Hamrick *et al.*, 2006a; Hamrick *et al.*, 2006b), pero también porque disminuye el riesgo de fractura. Deportes como la natación, en los que el ejercicio se realiza en un medio en el que no se generan grandes tensiones musculares ni impactos no se asocia a incremento de la masa ósea, e incluso puede asociarse a masa ósea disminuida (Pereira Silva *et al.*, 2004) (Taaffe y Marcus, 1999).

## 6. PRECAUCIONES

A pesar de los efectos beneficiosos del ejercicio con impactos para el hueso, toda prescripción de ejercicio debe adaptarse a las condiciones físicas de cada persona individualmente. Hay que tener presente que aunque el ejercicio con impactos se asocia a mayor masa ósea y BMD en las regiones sometidas a carga, también provoca un mayor riesgo de artrosis, es decir, lo que es bueno para promover la osteogénesis puede resultar contraproducente para las articulaciones. La práctica deportiva no está exenta de riesgo, por lo que siempre debe prescribirse ejercicio respetando las contraindicaciones médicas que pudiera haber. En el caso de mujeres con masa ósea reducida u osteoporosis diagnosticada debe reducirse al mínimo el riesgo de caída durante la práctica de ejercicio. Aunque los programas de ejercicio para aumentar la masa ósea en mujeres postmenopáusicas son poco eficaces, la práctica de ejercicio puede permitir incrementar la fuerza y la masa muscular, factores que por sí mismos disminuyen el riesgo de caída y por lo tanto de fractura. En el caso de personas con osteoporosis diagnosticada puede estar contraindicado el levantamiento de pesos, aunque pueden estar recomendadas otras formas de ejercicio seguras: pedaleo en bicicleta o caminar, por ejemplo. Basta con recordar que una persona con osteoporosis severa, un simple estornudo puede provocar un aplastamiento vertebral. En fin, el ejercicio debe ser contemplado como un tratamiento preventivo de la osteoporosis y con esta finalidad debe desarrollarse desde la infancia y a lo largo de la vida.

# Prescripción de ejercicio físico para enfermos de cáncer

Carolina Chamorro Viña y Margarita Pérez Ruiz

## OBJETIVOS

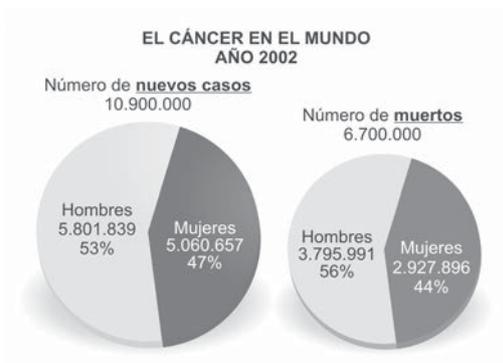
- Conocer conceptos generales sobre la etiología de la enfermedad, pronóstico, tratamiento y efectos secundarios.
- Relevancia y etiología de la fatiga en un paciente con cáncer. Motivos por los cuales el ejercicio físico puede revertir o minimizar parte de la fatiga.
- Profundizar sobre la situación actual del ejercicio en pacientes con cáncer.
- Justificación de la práctica de actividad física en pacientes oncológicos. Prescripción, contraindicaciones y precauciones de la actividad física.
- Consideraciones generales e intervenciones futuras.

## 1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas ha aumentado la tasa mundial de mortalidad por cáncer en el adulto debido a diferentes factores: aumento de la población, aumento de la esperanza de vida, lo que implica mayor envejecimiento de la población, y disminución de mortalidad por otras causas, situando al mismo como la tercera causa de muerte por detrás de las enfermedades cardiacas e infecciosas. En el año 2002 murieron en el mundo 6.700.000 personas por cáncer de las cuales el 56,7% fueron hombres (Figura 25.1).

Durante el año 2002, la incidencia de cáncer en el adulto en España fue de 162.000 nuevos casos, de los cuales el 60,5% fueron hombres. La incidencia global se puede considerar media-alta para el sexo masculino y media-baja para el sexo femenino al compararla con tasas mundiales (307 nuevos casos/100.000 habitantes).

El cáncer pediátrico es relativamente infrecuente. En España se diagnostican cada año 1.350 nuevos casos en niños y adolescentes hasta 19 años. Es la segunda causa de mortalidad infantil en niños de 1 a 14 años, provocando el 21% de las defunciones luego de los accidentes y provoca el 12% de las muertes en adolescentes de 15-19 años. La leucemia linfoblástica aguda (LAL) es la forma más común de cáncer infantil y hace 40 años era considerada como una enfermedad inevitablemente fatal. En la actualidad, la supervivencia a largo plazo supera el 80% de los diagnósticos efectuados. Los tumores sólidos también han evolucionado mucho, desde la época en la cual la cirugía era la única herramienta terapéutica disponible, donde la supervivencia oscilaba entre un 0 y un 20%. En la actualidad tanto en EEUU como en Europa, con la detección temprana y la combinación de la quimioterapia, radioterapia sumada a la cirugía, se ha logrado una mejora aproximada del 50% en la reducción de la



Fuente: Asociación Española Contra el Cáncer

**Figura 25.1.** Incidencia y mortalidad mundial por cáncer en el adulto durante el año 2002.

mortalidad. Tanto niños como adultos supervivientes tienen un alto riesgo de padecer una amplia gama de efectos secundarios a corto y largo plazo, producidos por el proceso de la enfermedad en sí misma y, en especial, por la terapia antioncogénica (Marchesse *et al.*, 2004; Van Der Does-Van Der Berg *et al.*, 1995; Warner *et al.*, 1997).

Entre estos efectos secundarios destaca la *fatiga*, que es experimentada por el 70% de los pacientes con cáncer en el momento que se someten a cualquier régimen de terapia antioncogénica (van Brussel *et al.*, 2004). Hay investigaciones que enuncian que la fatiga remite después de finalizado el tratamiento hasta los niveles previos al comienzo de la terapia, mientras que otras muestran que ésta perdura en el 40% de los pacientes durante años posteriores tras la finalización de la misma. La fatiga tiene origen multifactorial y sintomáticamente se detecta por la limitación experimentada para la realización de actividades de la vida diaria. A raíz de esto, a los pacientes se les recomienda mantener periodos de reposo prolongado o disminuir su actividad. Paradójicamente esto contribuye a prolongar y aumentar aún más la fatiga experimentada, debido al incremento del catabolismo muscular, el cual contribuirá a la disminución de la capacidad funcional. Hay numerosas investigaciones al respecto en adultos y algunas en niños que enuncian que el desarrollo de un programa de actividad física moderada contribuye a revertir la fatiga ocasionada por el cáncer y su terapia, e incrementa la calidad de vida de los mismos.

En el año 2002 se diagnosticaron en el mundo aproximadamente 10.900.000 nuevos casos de cáncer (53,2% hombres), siendo los más frecuentes en orden descendente: mama, cérvix, colorrectales y pulmón para el sexo femenino, y pulmón, próstata, estómago y colorrectales para el sexo masculino.

Las cifras de supervivencia son mejores en Norteamérica, Japón y Europa occidental. Los cánceres con peor pronóstico (en todos los países) con menos del 20% de supervivencia a los cinco años, son los de pulmón, esófago, estómago e hígado.

Los cánceres con mejor pronóstico (en países desarrollados), con más del 70% de supervivencia a los cinco años, son los de próstata, mama y cuello de útero. España posee en casi todas las neoplasias una supervivencia por encima de la media europea. Globalmente, un 44% de los hombres, un 56,4% de las mujeres, un 76,4% de los adolescentes y un 71% de los niños que sufren un cáncer en España, sobreviven más de cinco años.

La mayor parte de los cánceres puede prevenirse. Se estima que el tabaco es el responsable de al menos el 30% de los tumores, la dieta de otro 30% y los agentes infecciosos (sobre todo en países en desarrollo) del 18%.

La proporción de enfermedades oncológicas en la edad pediátrica (0-15 años) con respecto a la incidencia del cáncer en adultos, es muy pequeña con una proporción de 1/100. A pesar de esto en el 2002 casi cada día murió por cáncer un niño o un adolescente en España (Madero y Muñoz, 2005). En la infancia predominan los tumores embrionarios y los sarcomas, frente a los carcinomas en el adulto. Gracias a los estudios de la International Agency for Research on Cancer (IARC), se conoce la incidencia del cáncer infantil en las diferentes regiones del mundo. Como se observa en la Tabla 25.1, hay una gran variación cuantitativa, factor que se puede explicar según Robinson, por calidad del diagnóstico, diferencias en la clasificación de las distintas neoplasias, errores de censo y por último la frecuencia real del cáncer en las diferentes poblaciones.

**Tabla.25.1.** Incidencia estimada de enfermedades malignas por millón de niños de 0 a 14 años en diversas regiones del mundo.

Fuente: Madero y Muñoz, 2005

País	Niños	Niñas	Ambos
Norteamérica.	132	112	122
América Latina.	125	105	115
Oriente Medio.	101	77	89
Europa.	134	106	120
Oceanía.	150	114	132
Países en vías de desarrollo.	118	91	105
Países desarrollados.	139	111	125

Si se continúan manteniendo los mismos hábitos insaludables de fumar y sedentarismo, se estima para el 2020 un incremento del 50% de nuevos casos de cáncer y una mortalidad de uno de cada cuatro adultos.

Según un estudio realizado en España por Jovel y su grupo de colaboradores ([www.todocancer.org](http://www.todocancer.org)), los pacientes al ser informados de su enfermedad, sufren una ruptura brusca con la vida cotidiana, que se corresponde con una alteración emocional muy grande que acompaña al daño orgánico producido por la enfermedad. Los principales factores que conllevan a este proceso son:

- Aparición de la idea de muerte.
- Noción de cáncer como enfermedad tabú, llevándolos al aislamiento.
- Cambios de carácter y del humor pasando de estadios eufóricos a depresivos.
- Conductas de evitación-negación o racionalización del proceso por un lado, y por otro, trastornos depresivos o ansiosos.

“Esto conduce a un proceso cíclico de lucha, esperanza, resignación, asociado inevitablemente a los sentimientos de miedo y capacidad de curación”. Esto depende del apoyo psicosocial y familiar con el que cuenta el paciente, así también como de la edad del mismo, el tipo de tumor y gravedad. Con respecto a la atención médica, el paciente desarrolla una dependencia muy fuerte con su oncólogo, y siente generalmente que se lo atiende pero no se lo acompaña, se le informa pero no se le comunica y se les oye pero no se les escucha.

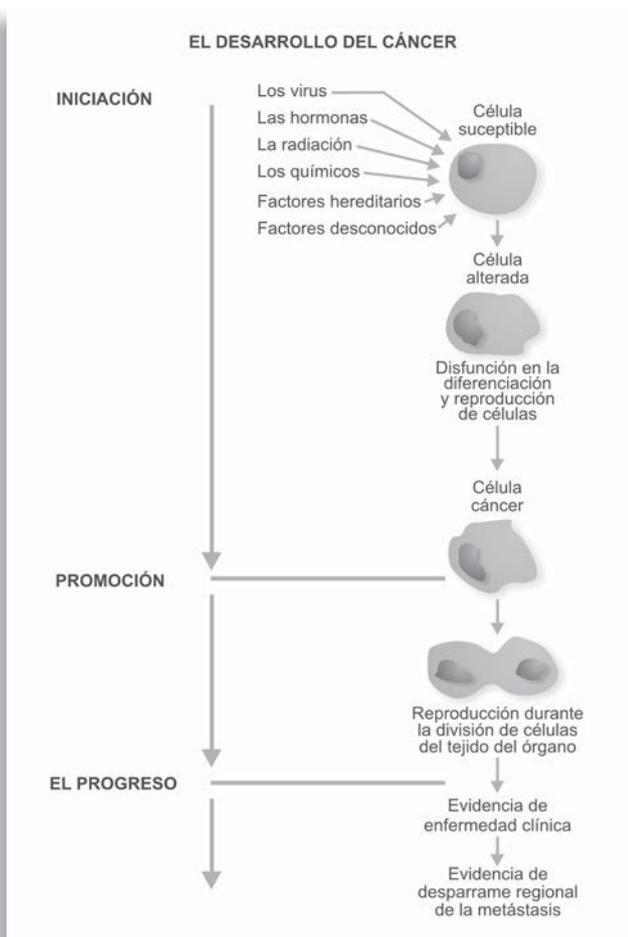
Autores anglosajones denominan a los problemas psicosociales originados por esta enfermedad en los niños como las 6 D (Madero y Muñoz, 2005), muerte, dependencia (del médico y la familia), desfiguración (cambios físicos), incapacidad para el ejercicio de las actividades habituales, disrupción de las relaciones interpersonales, disconfort y dolor en etapas avanzadas o por consecuencia del tratamiento. El diagnóstico y sus consecuencias sobre los niños varían según la edad y estado madurativo de los mismos. Los más pequeños tienden a volverse más ansiosos ya que la enfermedad los separa de la vinculación normal con sus padres e irrumpe en el proceso educativo. A los mayores motivados por las relaciones interpersonales y las ansias de mejora intelectual y de su imagen corporal, los hace volverse introvertidos y desinteresados ante la sensación de sentirse “diferentes”, agregándose un mayor temor al dolor y a la muerte. En el entorno familiar se producen múltiples divorcios conyugales, disfunciones sexuales y en general se relegan a los demás hijos a un plano secundario, al cual algunos autores han denominado “los niños olvidados”. En cuanto al manejo de la información hay que tener mucho cuidado, ya que ésta depende de los padres y hay que respetar su posición. Cuando se termina el tratamiento se despiertan nuevas incertidumbres y temores ante la posibilidad de experimentar una recaída. Se debe poner especial atención a la reanudación de las actividades normales, así como cuidar y mejorar posibles secuelas derivadas de la terapia, y a la implantación de normas y hábitos totalmente descuidados durante el tratamiento.

## 2. BIOLOGÍA CELULAR Y GENÉTICA DEL CÁNCER

El cáncer es una enfermedad que engloba cientos de tipos distintos, se caracteriza por tener una evolución polifásica, la cual puede desencadenar tanto en la supervivencia del paciente como en la muerte. Las células cancerosas pueden supervivir, proliferar y expresar muchas funciones específicas, pero tienen alteradas diversas funciones que hacen que se reproduzcan rápidamente de manera descontrolada, sin tener en cuenta las necesidades del organismo, y escapan al proceso de apoptosis. Las mismas poseen una alteración fenotípica, desorganización cromosómica o génica, fundamentalmente de los genes que controlan el crecimiento y la muerte celular según el NCI (National Cancer Institute). Esto favorece la producción de las masas tumorales. Su etiología es multifactorial y hay diferentes agentes carcinogénicos que intervienen en el proceso. La carcinogénesis dura años y pasa por diferentes fases. Los agentes responsables de producir esta transformación se denominan *agentes carcinógenos* (radiaciones ultravioleta del sol, el asbesto o el virus del papiloma humano).

La carcinogénesis humana puede dividirse en cuatro etapas (Figura 25.2):

1. *Iniciación*: por efecto del carcinógeno se produce una modificación de la estructura de ADN (mutación) y a partir de aquí es indispensable para que se produzca la neoplasia para que la célula sea capaz de dividirse. Así, la célula dañada comienza a reproducirse a una velocidad mayor a la normal. Se les denomina células iniciadas.
2. *Promoción*: expansión clonal de la célula, multiplicación de la misma por acción consecutiva de los agentes carcinógenos. Ejemplo: tabaco, alimentación inadecuada, alcohol. Se les denomina células promocionadas.
3. *Transformación maligna*: conversión de una célula preneoplásica en otra que expresa el fenotipo maligno.
4. *Progresión tumoral*: cada vez las células de iniciación y promoción se hacen más anómalas en su crecimiento y comportamiento, y adquieren la capacidad de invadir tejidos de alrededor y a distancia, lo que hace que se produzca metástasis. Para esto las células deben ser capaces de proliferar y sobrevivir en el nuevo huésped. El lugar de metastatización varía según el tipo de cáncer primario.



**Figura 25.2.** Etapas de la carcinogénesis humana.

Fuente: Asociación Española Contra el Cáncer

Los encargados de la inmunidad antineoplásica en el ser humano son los linfocitos T citotóxicos, las células *natural killer* (NK) y macrófagos activados. La respuesta inmune normal de estas células permite la destrucción de clonas tumorales, evitando el desarrollo de la malignidad (Estapé y González, 1995). Lo que sucede cuando el mecanismo inmunológico se altera, es que las clonas se reproducen y evolucionan hacia el desarrollo del cáncer. Debemos saber que no todos los tumores son igualmente inmunogénicos y que la inmunidad actúa cuando la carga tumoral es pequeña. Una vez desarrollado el tumor, la inmunocompetencia del huésped varía según el tipo de tumor, tamaño y estado general del paciente.

### 3. TRATAMIENTO ONCOLÓGICO

Actualmente los principales pilares terapéuticos son: la cirugía, la quimioterapia y la radioterapia, usados solos o combinados. En este capítulo sólo nos

limitaremos a describir básicamente cada uno de ellos y nos centraremos en los efectos secundarios que puedan producir en el paciente y sobre todo en aquellos que podamos mejorar desde el área de la educación física y la fisiología del ejercicio.

#### **Quimioterapia (QT)**

Es un término genérico que abarca muchos fármacos que poseen efectos colaterales con una amplia gama de variedad y severidad de efectos secundarios. La QT tiene como objetivo provocar la apoptosis o detener el crecimiento de las células cancerosas por medio de la intervención en puntos específicos del ciclo del crecimiento celular. Las células sanas normales comparten algunas de estas vías y por lo tanto también resultan lesionadas o son destruidas por la quimioterapia, hecho que es la causa de la mayoría de sus efectos colaterales. Este efecto se puede observar sobre todo en aquellos tejidos con una elevada reproducción celular, como las células sanguíneas, el cabello, las que recubren el tracto gastrointestinal.

#### **Radioterapia (RT)**

Es el empleo de radiaciones ionizantes para el tratamiento local o locoregional (cuando se incluyen los ganglios cercanos al tumor) de determinados tumores. Es un proceso discontinuo que actúa sobre las células alterando su material genético (ADN), que controla la división celular. Las células son más radiosensibles cuando se están dividiendo, por ello no todas reaccionan de igual forma a la radioterapia. Hoy en día se usa la menor dosis efectiva de RT posible. Incluso en algunos niños muy pequeños no se les aplica y se controla la enfermedad con otros métodos, ya que actualmente presentan tasas de curaciones muy elevadas y la radioterapia es causante en ellos de graves efectos secundarios que son de dos tipos: *mutagénicos* —causan aumento de la incidencia de segundos tumores *somáticos*, originando *alteraciones tróficas-osteomusculares* (retrasos en el crecimiento, dismorfias por hipoplasia y fracturas óseas)— y *funcionales*, que son las que se derivan del órgano irradiado originando alteraciones cognitivas, hormonales (déficit de GH, hipotiroidismo, amenorrea) osteoporosis, problemas digestivos, insuficiencia respiratoria, etc.

#### **Cirugía**

La cirugía pasó de ser el único tratamiento posible en algunos tumores a tener un papel colaborativo en el tratamiento de los mismos. Aunque en muchos casos la extirpación sigue siendo imprescindible para la cura, hoy en día, al contrario que hace unos años, se intenta conservar la mayor cantidad de tejido sano.

Las amputaciones en miembros superiores o inferiores provocarán descoordinación del esquema corporal, problemas en el equilibrio y descompensaciones musculares. Nuestra labor será la de reeducar el esquema corporal del paciente, su equilibrio, y disminuir los posibles desbalances musculares.

### 3.1. Efectos secundarios derivados de la terapia antioncogénica y la enfermedad

Hoy en día, gracias a las elevadas tasas de curaciones, el médico se enfrenta al desafío de curar al paciente de la enfermedad y a la vez provocar la menor cantidad de efectos secundarios físicos y psíquicos posibles. Estos efectos secundarios incluyen, entre otros, los siguientes: fatiga (Robertson y Johnson, 2002), cardiotoxicidad (Black *et al.*, 1998; Hauser *et al.*, 2001), toxicidad pulmonar (Jenney *et al.*, 1995; Sophronia *et al.*, 1996), neuropatía periférica (Lehtinen *et al.*, 2002; Vainionpää *et al.*, 1995), osteoporosis (Marchesse *et al.*, 2004; Marchesse *et al.*, 2003), osteopenia (Wright *et al.*, 2003), disminución de la fuerza muscular (Hovi *et al.*, 1993), disturbios en la regulación del peso corporal (Wallace *et al.*, 2003; Warner *et al.*, 1997), disminución de la movilidad funcional (Marchesse *et al.*, 2003), limitación en el rango de movilidad pasivo de dorsiflexión de tobillo (DF-ROM PAS) y activo (DF-ROM ACT), disminución de consumo de oxígeno pico (VO<sub>2</sub> pico) (van Brussel *et al.*, 2004).

## 4. ETIOLOGÍA DE LA FATIGA ORIGINADA DURANTE EL PADECIMIENTO DE CÁNCER

La etiología de la fatiga es multifactorial y aún no ha sido elucidada por completo. Ésta incluye efectos secundarios de la terapia, factores psicosociales y percepciones subjetivas de los pacientes. Según la fisiología del ejercicio se la puede definir como: disminución de la capacidad de tensión muscular (fuerza) para realizar un gesto repetidamente. Muchos pacientes describen la fatiga como un estado de disturbio físico y pérdida de movilidad funcional en el cual es muy fácil alcanzar la extenuación, mediante el desarrollo de las actividades de la vida diaria que requieren un mínimo esfuerzo físico, como desplazarse, subir escaleras o realizar la limpieza del hogar. La misma

concluyó que la fatiga es causada por un extremo descondicionamiento muscular, relacionado tanto con la enfermedad como con el tratamiento, pero más aún con la perpetuación de un estilo de vida sedentario. Aquí un programa de actividad física correctamente diseñado es el único capaz de romper con el círculo vicioso de fatiga (Figura 25.3).

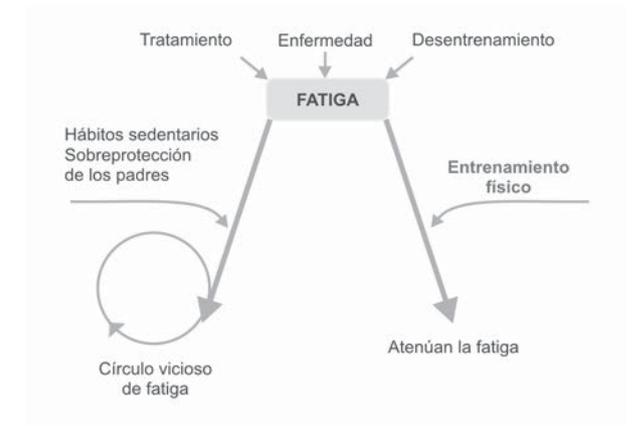


Figura 25.3. Ruptura del círculo de fatiga en el cáncer (adaptado de Lucía, Earnst y Pérez, 2003).

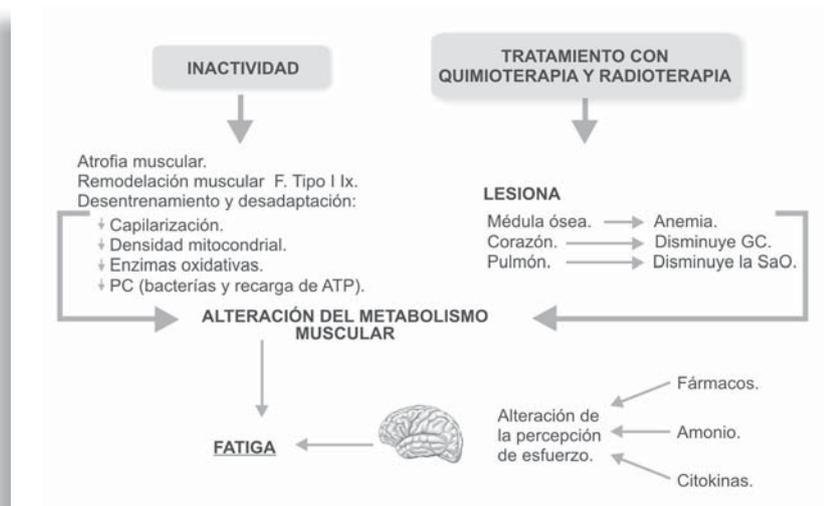
La fatiga fisiológica es un proceso complejo que puede originarse en cualquier escalón de la cadena entre el sistema nervioso central (SNC) y la fibra muscular esquelética (Figura 25.3). Pasaremos a describir los tres principales escalones que se pueden afectar: SNC, empeoramiento del sistema aeróbico y funcionamiento del músculo esquelético.

#### Sistema nervioso central

La concentración de determinados neuromoduladores como las citocinas o el amonio, aumentan en la sangre como respuesta de la interacción del sistema inmunológico del paciente y de las drogas usadas en el tratamiento antineoplásico (Lucía *et al.*, 2003). Estas sustancias provocan sobre el SNC una regulación a la baja, alterando la percepción del esfuerzo y produciendo una disminución de la tolerancia al ejercicio (Figura 25.4).

#### Empeoramiento del sistema aeróbico

Aquí intervienen múltiples factores. Una de las causas desencadenantes es indudablemente el estilo de vida sedentario. A medida que la fatiga aumenta por el desarrollo de la enfermedad y por la terapia, los pacientes intentan paliarla realizando cada vez menos actividades. Paradójicamente esto los induce a una mayor fatiga debido al descondicionamiento físico que la inactividad produce. A esto debemos sumarle el desarrollo de la anemia que se produce en el 30%



**Figura 25.4.** Fatiga y sistema nervioso central en el cáncer.

de los pacientes incrementándose con el avance de la enfermedad y el tratamiento. La quimioterapia y la radioterapia pueden provocar toxicidad renal (con una consecuente reducción de la eritropoyetina) y afectación de la médula ósea, las cuales pueden agravar aún más la anemia, con el subsiguiente efecto negativo sobre el transporte de oxígeno hacia los músculos. Adicionalmente el radio de ventilación perfusión se puede ver alterado por la pérdida del volumen pulmonar provocado por la enfermedad (metástasis) o por la toxicidad del tratamiento. La neumonitis es una consecuencia reversible de la irradiación del tórax, sin embargo, hay veces que se produce fibrosis pulmonar irreversible que daña la membrana alveolar comprometiendo la saturación arterial de oxígeno, disminuyendo la perfusión y aumentando las complicaciones en el tracto respiratorio superior. La terapia antineoplásica (radioterapia o quimioterapia) puede provocar toxicidad cardíaca dañando el miocardio y disminuyendo así el gasto cardíaco (GC). El reposo prolongado provoca atrofia del miocardio y por lo tanto disminución del GC.

#### **Disminución del funcionamiento del músculo esquelético**

El reposo prolongado o inactividad provoca atrofia muscular, fenómeno que en el paciente con cáncer se muestra agravado, por la respuesta inflamatoria que el huésped provoca sobre el tumor y por la medicación inmunosupresora que alteran la ultra estructura del músculo esquelético y su función. Entre estas alteraciones se pueden observar: disminución del número y tamaño de miofibrillas, remodelación de la fibra muscular con aumento de la expresión del tipo IIX, reducción del número y funcionamiento metabó-

lico de las mitocondrias, reducción de los capilares, disminución de las enzimas oxidativas y disminución de la fosfocreatina (PC). La radiación provoca cambios en la membrana celular que alteran el proceso de liberación y recaptación del calcio por el retículo sarcoplasmático, así como el factor de necrosis tumoral (TNF  $\alpha$ ) liberado por el tumor, puede producir necrosis en la membrana celular. Ambos alteran el ciclo de excitación-contracción muscular (E-C) y por tanto facilitan el desarrollo de la fatiga precoz a intensidades submáximas.

Otro problema es la limitación en el ángulo de dorsiflexión de tobillo (activo, pasivo), observada en pacientes LAL (Marchesse *et al.*, 2004), el cual genera problemas de ineficiencia en los patrones de la marcha generados por compensaciones músculo-esqueléticas como la hiperextensión de rodilla, abducción del pie y aumento de la pronación (Wright *et al.*, 2003). La etiología se debe fundamentalmente a los efectos y complicaciones producidos por el tratamiento, así como las neuropatías.

La vincristina es el agente quimioterapéutico mayormente responsable de neuropatías periféricas sensoriales y motoras que se manifiestan a través de: disminución sensorial, dolor, debilidad muscular y atrofia principalmente en extremidades distales (Ryan y Emami, 1983). También existen factores indirectos (laxitud generalizada y recurrencia de enfermedades, corticoides que inducen a miopatías, obesidad, dolor y osteopenia) que pueden contribuir a disminuir la actividad física y por tanto provocar una menor utilización de la musculatura, disminuyendo su fuerza, flexibilidad y por lo tanto la capacidad de ejercicio.

## 5. RECOMENDACIONES DE EJERCICIO FÍSICO EN PACIENTES CON CÁNCER

Los primeros efectos del ejercicio en pacientes con cáncer fueron descritos por Winningham en 1983. En su estudio demostró que 30 minutos de bicicleta tres veces por semana durante diez semanas, incrementaba notablemente la condición física de mujeres con cáncer de mama bajo tratamiento quimioterapéutico (Dimeo *et al.*, 1997a, 1997b, 2001). A partir de ahí surgieron muchos estudios en adultos que han comprobado diversos efectos beneficiosos del ejercicio en dos planos fundamentales, preventivo y coadyuvante de la terapia farmacológica.

### Preventivo

En el adulto hay diversos trabajos realizados en los cuales se ha concluido que los sujetos con una vida activa presentan menor incidencia de determinados tipos de cáncer. Según Kujala (1996) la actividad física tiene efecto sobre una gran cantidad de funciones del cuerpo humano, que pueden influir en el riesgo global de padecer cáncer. Podemos destacar la mejora de la circulación a todos los tejidos del cuerpo, de la ventilación pulmonar, del tránsito intestinal, el mayor gasto energético total, mejora de la función inmune y la posible mejora de la capacidad de reparación del ADN. Se puede decir que el mayor efecto preventivo que se conoce es sobre el cáncer de colon, en el cual un estudio ha observado una disminución del 40% en la incidencia del mismo en mujeres y hombres que gastaban 1.000 kcal/semana por la realización de ejercicio. Menos claros son los efectos preventivos sobre las neoplasias de estómago, cerebro, riñón, vejiga y piel (Dimeo *et al.*, 1997; Dimeo, 2001; Lucía *et al.*, 2003). En la actualidad desconocemos que haya estudios sobre el carácter preventivo del ejercicio físico en niños. Tal vez por la corta edad en la que se presenta la enfermedad, este papel carece de sentido en los niños, tomando mayor importancia las alteraciones genéticas.

### Coadyuvante de la terapia farmacológica

- Ejercicio físico puede disminuir la fatiga experimentada durante y post-tratamiento (Dimeo *et al.*, 1996).
- El ejercicio aeróbico y aún más el de fuerza, producen disminución de la pérdida o incluso ganancia de la masa muscular, efecto opuesto al que produce la utilización de corticoides (Mello *et al.*, 2003).

- Según el estudio de Lucía *et al.* (2005), el entrenamiento de fuerza prescrito de forma correcta provoca aumento de la densidad mineral ósea y de los esquemas motores de movimiento.
- El entrenamiento físico produce ganancia en el volumen plasmático, mejora la perfusión y ventilación de los pulmones, aumenta la reserva cardíaca y la concentración de enzimas oxidativas en el músculo esquelético.
- El trabajo de flexibilización favorece la recuperación de los rangos articulares, principalmente prestar atención al rango de dorsiflexión del tobillo, el cual puede estar afectado por neuropatías periféricas.
- Dimeo *et al.* (1997) observaron que la práctica de un programa de actividad física en adultos bajo altas dosis de quimioterapia (HDC) y trasplante de progenitores hematopoyéticos de células periféricas (PBSCT) disminuía la duración de la estadía hospitalaria conjuntamente con mayor velocidad de recuperación de la neutropenia y trombocitopenia.
- Un programa de ejercicio físico mejora la condición física general, incrementa el sentimiento de control, independencia, buen humor y autoconfianza de mujeres con cáncer de mama (Lucía *et al.*, 2003).
- Ejercicio aeróbico moderado ayuda mantener el peso corporal y el porcentaje de masa magra (Hayes *et al.*, 2003).
- Mejora la calidad de vida (Courneya *et al.*, 2000).
- No se han reportado efectos negativos de la práctica de ejercicio físico en pacientes con cáncer.

Todos estos efectos producidos por la práctica de ejercicio físico son contrarios a los efectos negativos que provocan la terapia antioncogénica y la enfermedad en sí misma. Como ya hemos citado previamente, casi no hay datos de programas de entrenamiento en niños con cáncer, la mayoría de los que hemos citado fueron extraídos de ensayos con adultos, pero creemos que estos beneficios son igualmente aplicables a éstos por dos motivos fundamentales (Lucía *et al.*, 2003, 2005):

1. La plasticidad de los tejidos y órganos y la adaptabilidad al entrenamiento son mayores en niños que en adultos.
2. Una de las causas que agrava la fatiga en adultos es la perpetuación de un estilo de vida sedenta-

rio, que aumenta el descondicionamiento, factor que no se presenta en los niños.

El ejercicio físico se puede realizar durante todas las etapas del tratamiento. El programa de entrenamiento deberá estar ajustado a las necesidades de cada enfermedad neoplásica, etapa del tratamiento en la que se encuentra y características particulares de cada niño o adulto. Además, deberemos respetar algunas situaciones especiales por las que atraviesan, en las cuales será preferible que no realicen determinado tipo de ejercicio. Los objetivos de la práctica de actividad física como coadyuvante de la terapia farmacológica cambiarán según la etapa del tratamiento en la que se lleve a cabo.

#### **a) Etapa inicial del tratamiento**

Nos referimos al periodo desde el cual se diagnostica la enfermedad y se procede a la erradicación de las células neoplásicas por diferentes vías. Los sujetos en esta etapa del tratamiento se encuentran hospitalizados y quizás aislados y frecuentemente padecen de neutropenia, trombocitopenia y anemia, debido a los efectos secundarios del propio tratamiento.

##### **Objetivos:**

- Prevenir o reducir la manifestación de la fatiga.
- Disminuir la pérdida de masa muscular y descondicionamiento físico general.
- Minimizar el tiempo de recuperación de neutropenia.
- Disminuir el tiempo de hospitalización.
- Mejora del estado anímico, mantener la independencia de movilidad, mejorando así la autoestima y calidad de vida.

#### **b) Durante la terapia de mantenimiento**

Objetivo: recuperación de la condición física hasta los valores normales según su edad y sexo. Es decir, aumento del  $VO_2$  máx, de la masa muscular, de la fuerza resistencia, de la coordinación y movilidad funcional.

Según varios artículos, la práctica de ejercicio físico no ha provocado efectos adversos, sino todo lo contrario. Aun así se deberán tomar determinadas precauciones en situaciones especiales. En concreto:

- El ejercicio intenso está contraindicado en pacientes con: anemia severa (hemoglobina = o  $< 8g/dl$ ), fiebre (temperatura axilar  $> 38^\circ$ ), caquexia severa (pérdida  $> 35\%$  del peso) y neutropenia ( $< 0,5 \times 10^9/l$  neutrófilos totales).
- La práctica de deportes de alto impacto y de contacto físico deberán evitarse o realizarse con

extremo cuidado en aquellos que tengan riesgo aumentado de fractura (neoplasia ósea primaria o secundaria y osteoporosis) o recuento plaquetario inferior a  $50 \times 10^9/l$ .

- Los deportes acuáticos tales como la natación, la natación sincronizada, etc., pueden aumentar el riesgo de infección bacteriana y no deben practicarlos los pacientes neutropénicos. En ellos es importante la esterilización del material de trabajo, así como de nuestras manos, y usar mascarillas en caso de que se encuentren “aislados”. Evitar lugares cerrados con mucha gente.
- A los pacientes que experimenten ataxia, *dizziness* o neuropatías periféricas, se les recomienda realizar como ejercicio aeróbico caminatas al aire libre o cicloergómetro, antes que otras actividades que requieren mayor coordinación y equilibrio.
- Cuando se realiza ejercicio con pacientes que tienen catéter femoral, hay que tener mucho cuidado en la flexión de cadera, evitar movimientos que provoquen tirones ya que podemos sacar al mismo de su sitio. También hay que tener cuidado, en estos casos, de mantener las vías extendidas de forma tal que no se obstruya la administración de las sustancias.
- Como recomendación especial, es de suma importancia realizar un trabajo conjunto con el médico, será él quien nos resuelva muchas dudas.

Antes de comenzar el programa de ejercicio físico, es necesario que conozcamos la edad del paciente, el tipo de cáncer que padece, la etapa del tratamiento en la que se encuentra y los efectos secundarios que ha desarrollado, en especial si padece de osteoporosis, cardiomiopatía, neutropenia, trombocitopenia, anemia o si le han amputado algún miembro. También sería de nuestro interés conocer la frecuencia cardíaca en reposo (para hallar el porcentaje de FC máx. mediante la fórmula de Karvonen) y la frecuencia respiratoria. Frecuencia respiratoria mayor de 40 en niños menores de cuatro años y mayor de 20 en niños mayores de cuatro años nos indican infección respiratoria o afección pulmonar. Todos estos datos nos ayudarán a prescribir el entrenamiento de una forma más acertada. Todas las recomendaciones para la prescripción de ejercicio que daremos a continuación, serán para adultos o niños que no hayan desarrollado cardiomiopatía por la medicación. Al final se le dedicará un apartado especial a los que la padezcan.

Las recomendaciones generales de ejercicio físico se orientan hacia un programa de ejercicio integral en donde se entrenen tres áreas fundamentales: capacidad aeróbica, fuerza y flexibilidad (Figura 25.5 y Figura 25.6). El trabajo sobre estas tres áreas supone revertir, al menos en parte, muchos de los efectos negativos de la terapia y la enfermedad.

Respecto al ejercicio aeróbico, es muy importante prescribir la intensidad del trabajo aeróbico de forma individual para cada paciente y controlar dicha intensidad con un pulsómetro. La frecuencia cardiaca máxima se hallará mediante la fórmula de  $220 - \text{edad}$  y para prescribir la intensidad se tomará la fórmula de  $\text{Karvonen} = [I \text{ del ejercicio} \times (\text{FC máx.} - \text{FCR})] + \text{FCR}$ . La intensidad del ejercicio deberá ir incrementándose de forma progresiva del 50 al 85% de la frecuencia cardiaca máxima. En pacientes neutropénicos sólo se deberá trabajar entre 50 a 70% de la frecuencia cardiaca máxima (FC máx.). Sobrepasar el límite superior podría tener efectos negativos sobre el paciente en esta etapa de recuperación. La bibliografía existente hasta la fecha indica que ejercicios de mayor intensidad provocan un periodo ventana que aumenta el riesgo de infección en las vías respiratorias altas. Además, la intensidad prescrita es apropiada para la consecución de los objetivos fisiológicos que pretendemos (aumento de la capilarización, lograr una hipertrofia excéntrica del corazón, aumento del volumen sistólico, aumento del gasto cardiaco, disminución de la FC de reposo y a intensidades submáximas, aumento de tamaño y número de mitocondrias, aumento de enzimas oxidativas, incremento de la capacidad de oxidación de los ácidos grasos libres).



**Figura 25.5.** Sesión de entrenamiento aeróbico mediante juegos y circuitos en gimnasio intrahospitalario. Niños de 4 a 7 años con leucemia aguda linfoide.



**Figura 25.6.** Niña de 5 años con leucemia linfoide aguda realizando la sesión de fuerza en gimnasio intrahospitalario.

A diferencia de otras enfermedades crónicas, el cáncer carece de una guía de recomendaciones del Colegio Americano de Medicina Deportiva (ACSM) para la práctica de ejercicio físico tanto en niños como en adultos. El ACSM recomienda seguir la guía para la población general y revisar los artículos de Courneya (investigador canadiense relacionado con el ejercicio físico en pacientes con cáncer).

La guía de recomendaciones sobre actividad física de la ACSM para niños (Tabla 25.2) establece los valores mínimos de actividad física que éstos deben realizar para obtener los múltiples beneficios de esta actividad sobre la salud.

**Tabla 25.2.** Recomendaciones de actividad física para niños.

Fuente: American College of Sports Medicine

#### Recomendaciones de actividad física para niños

- Los niños deben acumular como mínimo 60 minutos diarios de actividad física en la mayoría de los días de la semana por no decir en todos. Esta actividad deberá ser de intensidad moderada (3 a 6 MET) y vigorosa (6 a 9 MET).
- Deben realizar varias series de actividad física de 15 minutos o más cada día.
- Los niños deben participar cada día en una variedad de actividades físicas adecuadas para su edad que favorezcan el alcance de una salud óptima, de bienestar general y un buen fitness.
- Periodos largos de inactividad (2 o más horas) no son aconsejables para los niños especialmente durante las horas del día.

Sin duda alguna a largo plazo ésta deberá ser nuestra meta. Sin embargo un estudio piloto realizado por el equipo de investigación del Laboratorio

de Fisiología del Ejercicio de la UEM en el Hospital Niño Jesús de Madrid, mostró que con el programa que se describe en la Tabla 25.3 se obtuvieron mejoras clínicamente relevantes en el  $\text{VO}_2$  máx fuerza y movilidad funcional (San Juan *et al.*, 2007).

**Tabla 25.3.** Programa de entrenamiento en niños con cáncer.

Fuente: San Juan *et al.*, 2007

<b>Población</b>	7 niños con LAL de 4 a 7 años en fase de mantenimiento.
<b>Entrenamiento aeróbico</b>	Tipo de ejercicio: bicicleta estática, juegos y circuitos aeróbicos. Duración e intensidad: al comienzo realizaban 10 minutos al 50% de FCmáx y progresaron hasta 30 minutos a $\geq 70\%$ .
<b>Entrenamiento de fuerza</b>	Tipo de trabajo: máquinas pediátricas y peso libre. Nº de ejercicios. 11 de los principales grupos musculares: press de banca, press de hombros, extensiones de cuádriceps, isquiotibiales, abdominales, prensa de piernas, curl de brazos, extensiones de brazo, remo sentado, etc. Series: 1 x 8-12 repeticiones. Pausa: 1-2 min entre ejercicios + elongación.
<b>Flexibilidad</b>	Método: estático-activo. Series: 3 x 20 seg. de los principales grupos musculares.
<b>Duración y frecuencia</b>	3 veces por semana durante 8 semanas extendiéndose hasta 16 semanas en donde se obtuvieron mayores mejoras.

La guía de recomendaciones sobre actividad física de la ACSM para adultos establece los valores mínimos de actividad física para conseguir beneficios sobre el estado de salud. Los mismos se describen en la Tabla 25.4.

**Tabla 25.4.** Recomendaciones de actividad física de la ACSM para adultos sanos.

Fuente: American College of Sports Medicine

<b>Entrenamiento aeróbico</b>	Intensidad 60 a 90% FC máxima. RPE = 12-16 Duración: 20 a 60 min. Frecuencia: 3-5/semana. Umbral calórico sesión 200-300 kcal.
<b>Entrenamiento de fuerza</b>	1 Serie de 8-12 repeticiones. Ejercicios 8-10, fuerza dinámica. Frecuencia mínima: 2 Recomendaciones: buscar la mayor amplitud de movimiento. Cuidado con la maniobra de Valsalva.

(Continúa)

(Continuación)

<b>Entrenamiento flexibilidad</b>	Tipo estático con especial atención parte inferior de espalda y área crural. Duración de 10 a 30 seg de 3 a 5 repeticiones con frecuencia 3/semana.
-----------------------------------	---

Se pueden practicar diferentes tipos de actividades (bicicleta estática, circuitos, juegos tradicionales, hasta la práctica de diversos deportes), siempre y cuando adecuemos los mismos no sólo a la intensidad, duración y frecuencia, sino a las necesidades psicológicas, pedagógicas y sociales de cada individuo. No podemos descuidar ciertas situaciones por las que atraviesan estos pacientes que requieren precauciones especiales. Es importante recordar que esta población tiene, además de una enfermedad que los engloba, características y necesidades diferentes según edad y sexo. Por lo tanto, de nosotros dependerá en gran parte la responsabilidad de que adopten el hábito de la práctica deportiva y lo perpetúen por el resto de su vida.

En cuanto al entrenamiento de la fuerza en niños recomendamos la realización del mismo programa que hemos llevado a cabo en nuestro estudio piloto (Lucía *et al.*, 2005; San Juan *et al.*, 2007) con el cual se obtuvieron mejoras significativas de los principales grupos musculares (Kraemer y Fry, 1995) (Tabla 25.3). Es de suma importancia que antes de colocar peso se aprenda correctamente el gesto (American Academy of Pediatrics, 1990, 2001). Como trabajos alternativos de fuerza para trabajar con niños más pequeños o con aquellos con los cuales no consigamos trabajar la fuerza por medio de las pesas, ya que puede resultar monótono y aburrido, se podrán hacer ejercicios de trepa, suspensión, tracción, juegos que involucren saltos en largo, alto, profundidad (contraindicado en trombocitopenia, osteoporosis), agacharse y levantarse de manera tal que se involucren los principales grupos musculares.

La flexibilidad se puede trabajar de forma activa, pasiva o mediante el método de facilitación neuropropioceptiva (FNP). En la mayoría de estudios se ha trabajado de forma activa, en tres series de 20 segundos, los principales grupos musculares. De esta forma, una vez aprendidos, tanto niños como adultos lo pueden seguir haciendo por sí solos en otros ámbitos, pero dependiendo de la situación se puede realizar por cualquier otro método. Prestar especial atención en el ángulo de dorsiflexión del tobillo, el mismo tiende a estar disminuido en pacientes con LAL, provocando alteraciones en la biomecánica de la marcha. En este caso se recomienda el método de FNP.

## 6. INTERVENCIONES FUTURAS Y CONCLUSIONES

Actualmente en el Hospital Niño Jesús de Madrid se está desarrollando un plan de entrenamiento pionero en España (San Juan *et al.*, 2007, 2008). El mismo se lleva a cabo con niños sometidos a trasplante de progenitores hematopoyéticos de células periféricas (Figura 25.7). El plan de entrenamiento se realiza durante la fase de acondicionamiento (pretrasplante) y la fase de mantenimiento inmediatamente posterior al trasplante (que cursa con internación hospitalaria en una unidad de aislamiento eficaz) hasta el alta médica, después de la cual los pacientes siguen con tratamiento en el hospital de día. El entrenamiento se lleva a cabo cinco veces a la semana. Es fundamentalmente un entrenamiento aeróbico (50-70% de la frecuencia cardíaca máxima) y de elongación general. El mismo tiene dos objetivos fundamentales:

- a) Disminuir el descondicionamiento físico y la fatiga que se produce en esta etapa del tratamiento.
- b) Observar la influencia del entrenamiento físico sobre la recuperación inmunológica, valores hematológicos y estadía hospitalaria.

A pesar de que en el adulto hay una base científica respetable en intervenciones de ejercicio para mejora de la condición física y de la calidad de vida, en niños no podemos decir lo mismo. Son necesarias muchas más intervenciones para conocer la frecuencia, intensidad, duración y tipo de ejercicio necesario para conseguir los beneficios óptimos en los distintos tipos de cáncer y sus diferentes etapas. A su vez, tanto en niños como en adultos falta incursionar en el área que relaciona la práctica de actividad física con la recuperación inmunológica, la estadía hospitalaria

e incidencia de recaídas.



**Figura 25.7.** Niña de 10 años, sometida a trasplante de progenitores hematopoyéticos realizando la sesión de fuerza-resistencia. Sesión individualizada y dirigida dentro de una habitación en la cual se encuentra aislada por encontrarse neutropénica.

Concluimos diciendo que la fatiga y el descondicionamiento físico son síntomas comúnmente experimentados por los pacientes con cáncer, limitando su capacidad para el desarrollo de las tareas de la vida diaria y disminuyendo su calidad de vida. En la actualidad hay evidencia suficiente como para afirmar que el ejercicio físico puede revertir al menos en parte esta situación.

Creemos que todos los paciente con enfermedades neoplásicas, cualquiera que sea la etapa en la que se encuentren, deben realizar un programa de ejercicio físico adaptado a sus necesidades y posibilidades. El mismo deberá ser individualizado y supervisado por un especialista, el cual deberá tomar las precauciones necesarias y adaptarse a las necesidades psicológicas y pedagógicas del paciente.



**PARTE VI**

---

**NUTRICIÓN, DOPAJE Y ACTIVIDAD FÍSICA**



# Principios generales de nutrición

Mariano Mañas Almendros, Emilio Martínez de Victoria Muñoz y M<sup>a</sup> Dolores Yago Torregrosa

## OBJETIVOS

- Definir y diferenciar alimentación-nutrición y alimento-nutriente.
- Conocer las características generales de los principales grupos de alimentos.
- Diferenciar el concepto de requerimientos nutricionales y de ingestas recomendadas.
- Definir y conocer los objetivos nutricionales y guías alimentarias para la población española.
- Profundizar en el concepto de dieta equilibrada y saludable.

## 1. INTRODUCCIÓN

La construcción y la vida de cualquier ser gira en torno al alimento y por ello se puede decir que la alimentación humana se inicia con la aparición del hombre sobre la tierra y ha ido evolucionando con él.

A lo largo de miles de años el hombre ha ido adquiriendo distintas costumbres y hábitos alimentarios; está claro que la selección natural ha hecho que sólo persistan en la dieta aquellos productos que mejor cubren nuestras necesidades y para los que tenemos los mecanismos fisiológicos y bioquímicos adecuados para su correcta utilización, lo cual es fundamental para el desarrollo y supervivencia de la especie.

Gracias a estos mecanismos fisiológicos (digestión y absorción) y procesos bioquímicos (utilización metabólica de los productos absorbidos) el hombre construye y mantiene, partiendo de las sustancias químicas contenidas en los alimentos, sus células, tejidos y órganos y al mismo tiempo sintetiza todo tipo de mensajeros químicos fundamentales para mantener la comunicación celular necesaria para que nuestros órganos y sistemas funcionen de una forma coordinada (Martínez de Victoria *et al.*, 2005).

Además, también utiliza algunas de estas sustancias químicas como combustible de la máquina biológica del cuerpo. El hombre obtiene de los alimentos la energía necesaria para el funcionamiento de sus órganos, para su actividad física diaria, para los procesos

de síntesis y transporte celular, para el mantenimiento de nuestra temperatura corporal, etc.

La alimentación ha existido siempre, pero la alimentación como ciencia es relativamente moderna. Los estudios sobre la alimentación se iniciaron en el siglo XVIII con Lavoisier y desde entonces hasta nuestros días se han realizado multitud de estudios en este campo que nos han llevado a conocer la naturaleza química de los alimentos, su composición en nutrientes, el destino metabólico de los mismos, las necesidades nutricionales de los individuos, los estados carenciales, la relación alimentos-salud, etc.

Está claro que el hombre necesita alimentarse, comer para vivir, pero no comer cualquier cosa. Hoy día sabemos que el desarrollo intelectual y físico, la prevención de enfermedades, el estado de salud, las expectativas de vida y la calidad de la misma están muy influenciadas por la dieta y por la actividad física.

En este capítulo vamos a tratar de sentar las bases de lo que es una dieta ideal que permita que el individuo tenga un estado de salud óptimo y realizar todas sus actividades físicas diarias de una forma sobresaliente, lo que llamamos dieta equilibrada, y para ello repasaremos conceptos básicos como:

- Alimentación y nutrición.
- Nutrientes y alimentos.
- Grupos de alimentos.
- Necesidades nutricionales.

- Ingestas recomendadas.
- Objetivos nutricionales.
- Guías alimentarias.

## 2. ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN

Alimentación es la forma y manera de proporcionar al cuerpo los alimentos que le son indispensables.

La alimentación consiste en obtener del entorno una serie de productos, naturales o transformados, que conocemos con el nombre de alimentos, que contienen una serie de sustancias químicas denominadas nutrientes, además de otros elementos que les son propios y que le confieren unas características determinadas (aroma, color...). Es de carácter voluntario. Y está influida por factores socioeconómicos, psicológicos y geográficos.

La nutrición es el conjunto de procesos gracias a los cuales el organismo transforma y utiliza las sustancias químicas contenidas en los alimentos.

La nutrición empieza tras la deglución del alimento y continúa con la digestión, absorción y utilización corporal de lo absorbido. Con este término se designa el conjunto de procesos mediante los cuales el ser vivo, en este caso el hombre, utiliza, transforma e incorpora a sus propias estructuras una serie de sustancias que recibe del mundo exterior por medio de la alimentación. La nutrición es, por tanto, inconsciente y estereotipada (Martínez de Victoria *et al.*, 2005).

De la definición de estos dos conceptos se pueden sacar varias conclusiones:

- a) La forma de alimentarse puede ser muy variada pero sólo hay una forma de nutrirse.
  - En el mercado existen muchos alimentos que se pueden cocinar de formas diferentes, sin embargo cuando estos alimentos se han reducido en el aparato digestivo las sustancias químicas que contienen se van aprovechar de la misma forma sea cual fuere su origen. Los hidratos de carbono de una patata los vamos a utilizar siempre de la misma forma independientemente de cómo los guisemos. Al final dan glucosa que se absorbe y se utiliza.
  - Nuestras necesidades de calcio las podemos cubrir tomando queso y/o leche y/o yogurt... El calcio que contienen se absorbe siempre de la misma forma y se utiliza.
  - Por tanto, para cubrir nuestras necesidades podemos utilizar una gran variedad de alimen-

tos preparados de distintas formas y este hecho es la base de la clasificación de los alimentos en grupos.

- La forma de nutrirse sólo cambia con la edad, con el sexo y con la actividad física.
- b) La alimentación es voluntaria y consciente y, por tanto, puede ser influenciada de forma correcta o incorrecta dando lugar a buenos o malos hábitos nutricionales, mientras que la nutrición es inconsciente y no es educable.
- Una buena alimentación depende de una buena educación nutricional. La propaganda, las modas, etc., pueden llevarnos a cometer multitud de errores o a tomar como más sano lo que no lo es.
- Un ejemplo claro lo encontramos en los consejos nutricionales de revistas dedicadas a belleza y salud. Muchos de éstos consejos son engañosos y poco científicos.
- Otra clara influencia de la moda es el uso y abuso de las “comidas rápidas” y de los productos cocinados y precocinados.
- c) El proceso nutritivo es involuntario y depende de la acertada elección alimentaria el poder asumirlo de forma satisfactoria: si elegimos los alimentos adecuados para preparar nuestras comidas éstos nos aportarán los nutrientes que necesitamos diariamente.

## 3. ALIMENTOS Y NUTRIENTES

Los alimentos son sustancias complejas de origen diverso que contienen distintos compuestos químicos, algunos de los cuales son indispensables para nuestro organismo y a los que damos el nombre de nutrientes.

Los nutrientes son sustancias con una estructura química definida, contenidas en los alimentos y que son indispensables para el organismo. De la idea primitiva de que los alimentos contenían un solo principio químico común a todos ellos se ha pasado en la actualidad a saber que en la inmensa mayoría de ellos existen los siguientes nutrientes (Gil *et al.*, 2005):

Hidratos de carbono, grasas y proteínas, conocidos en conjunto como macronutrientes energéticos, vitaminas y minerales o micronutrientes.

A su vez los nutrientes o sus componentes (aminoácidos y ácidos grasos) también los podemos clasificar como esenciales o no dependiendo de que puedan ser biosintetizados o haya que tomarlos a través de los alimentos de la dieta.

**Tabla 26.1.** Nutrientes esenciales para el ser humano.

Nutrientes esenciales	
Hidratos de carbono	Fibra dietética.
Aminoácidos	Isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina.
Ácidos grasos	Ácidos linoleico y linolénico.
Vitaminas	Todas menos D, K y ácido nicotínico.
Minerales	Todos.

Sin lugar a dudas nadie compra en el mercado leucina, calcio o ácido linoleico, sino que compramos alimentos, los cuales tienen la particularidad de ser ricos en un nutriente llamado nutriente mayoritario.

La leche es rica en calcio, pero no tiene fibra y es pobre en hierro. Un solomillo es rico en proteína y hierro pero no tiene vitamina C, calcio ni hidratos de carbono. Una naranja es rica en vitamina C pero es pobre en grasa y proteína.

No existe ningún alimento completo y, por tanto, para elaborar una dieta es necesario conocer, al menos de forma global, la composición en nutrientes de los alimentos y utilizar distintos tipos (Pérez *et al.*, 2005). Estos alimentos, una vez transformados por el proceso de digestión, liberan distintos nutrientes que serán absorbidos en el tubo digestivo.

### 3.1. Destino metabólico de las sustancias nutritivas

Una vez absorbidos, los nutrientes pasan al sistema circulatorio y linfa y tienen varios destinos:

- Servir como sustrato energético y oxidarse en las mitocondrias: los macronutrientes tienen este destino.
- Formar depósitos o almacenes para poder ser utilizados cuando haya necesidad: la glucosa se almacena en forma de glucógeno; la grasa en triglicéridos en el tejido adiposo; las vitaminas liposolubles en el hígado; el calcio en el hueso, etc.
- Formar parte de moléculas complejas y estructuras: el hierro forma parte de la hemoglobina; el fósforo del ATP, fosfocreatina, ADN; el flúor y calcio de los dientes; el yodo de la tiroxina, etc.
- Transformarse unos en otros: los hidratos de carbono pueden transformarse en grasa (pero no al contrario), los aminoácidos en hidratos

de carbono y viceversa, etc. En ningún caso se podrán obtener nutrientes esenciales.

### 3.2. Función de las sustancias nutritivas

Según lo indicado en el apartado anterior, los nutrientes contenidos en los alimentos en proporciones muy variables tienen las siguientes funciones:

- **Función energética:** los macronutrientes, principalmente grasa e hidratos de carbono, son el combustible utilizado para la síntesis de ATP y producción de calor.
- **Función plástica:** algunos nutrientes, como la proteína, se utilizan fundamentalmente para todos los procesos de hiperplasia e hipertrofia.
- **Función reguladora:** minerales y vitaminas se integran en sistemas enzimáticos que intervienen en la regulación de los procesos metabólicos del organismo.

### 3.3. Clasificación de los alimentos

Como se ha indicado anteriormente, los alimentos están formados por nutrientes en distintas proporciones pero suelen tener un nutriente dominante.

Basándose en su contenido en este determinado nutriente los alimentos se clasifican, desde un punto de vista funcional, como energéticos, plásticos y reguladores.

**Tabla 26.2.** Clasificación funcional de los alimentos.

Alimento	Nutriente dominante
<b>Alimentos energéticos</b>	
Cereales: pan, pasta, arroz...	Hidratos de carbono complejos.
Frutos secos: avellana, almendra, nuez...	Grasa insaturada.
<b>Alimentos plásticos</b>	
Lácteos: leche, queso, yogurt...	Calcio y proteína animal.
Carne: pollo, vacuno, cerdo...	Proteína animal, hierro, vitamina B.
<b>Alimentos reguladores</b>	
Frutas	Vitamina C, carotenos, fibra.
Verduras: espinacas, lechuga.	Vitamina C, carotenos, fibra.

## 4. GRUPOS DE ALIMENTOS

Esta característica funcional debida a la existencia de un determinado o determinados nutrientes

dominantes permite que distribuyamos los alimentos en *grupos*. En cada grupo se incluyen a todos aquellos alimentos que tienen una composición en nutrientes similar (Mañas *et al.*, 2005).

Una posible clasificación es la siguiente:

1. Frutas, verduras y hortalizas.
2. Cereales y derivados.
3. Legumbres.
4. Carnes, pescados y huevos.
5. Lácteos y derivados.
6. Grasas, aceites y mantequillas.

Esta distribución por grupos en función de una determinada composición en nutrientes nos permite sustituir alimentos por otros del mismo grupo ya que van a tener una función nutritiva similar.

Ejemplo: un vaso de leche de 200 ml aporta la misma cantidad de calcio que 50 g de queso manchego fresco. Dicho de otro modo, podemos intercambiar el vaso de leche por el trozo de queso y mantendremos la ingesta de calcio. Igualmente podremos intercambiar carnes, pescados y huevos para obtener la misma cantidad de proteína o intercambiar distintas cantidades de frutas y verduras para obtener la misma cantidad de vitamina C.

Estos sistemas de intercambios permiten que las dietas no sólo sean equilibradas sino que sean variadas y se adapten a nuestros gustos y costumbres.

#### 4.1. Frutas verduras y hortalizas

Es un grupo variopinto formado por muchas especies y variedades diferentes que tienen unas características similares en cuanto a su composición nutritiva. En general, son alimentos ricos en agua, fibra y algunas vitaminas como A y C, y pobres en macronutrientes y minerales (Ros y Periago, 2005).

##### 4.1.1. Verduras y hortalizas

Incluye alimentos cuyo origen botánico es distinto, pero con un valor nutricional similar. Además la parte comestible o utilizada en nuestra dieta es también variada:

Tallos: apio y cardo; hojas: acelgas, espinacas, lechugas; flor: alcachofa y coliflor; fruto: tomate, calabacino, pimiento; bulbo: cebolla y ajo; raíces: remolacha y zanahoria.

Las características nutricionales de este subgrupo son las siguientes:

- Alimentos ricos en agua y fibra (hemicelulosa y celulosa).
- Poco densos en nutrientes.
- Fuente importante de  $\beta$ -caroteno, vitamina C y folatos ( $B_9$ ).
- Ricos en antioxidantes.
- Pobres en macronutrientes y minerales.

Su gran volumen y su bajo valor energético los hace un alimento idóneo para la confección de dietas hipocalóricas. Las verduras y hortalizas se pueden tomar *ad libitum* ya que producirán saciedad con una baja ingesta calórica.

**Tabla 26.3.** Ejemplos de composición nutricional de distintos tipos de verduras y hortalizas.

Verduras y hortalizas					
Acelga 1; Cebolla 2; Espinacas 3; Pimiento 4; Patata 5					
Cantidades por 100 g de porción comestible	1	2	3	4	5
Energía (kcal)	27	45	21	19	72
Proteína (g)	2	1,2	2,9	0,9	2,5
Grasa (g)	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2
Hidratos de carbono (g)	4,5	7,9	1,6	3,7	16
Fibra (g)	0,8	1,8	2,7	1,4	1,8
Vitamina A ( $\mu$ g ER)	183	0	542	67,5	0
Vitamina C (mg)	35	6,4	40	131	18
Folato ( $\mu$ g)	22	19	192	25	17
Calcio (mg)	80	20	104	12	7,2
Hierro (mg)	2,3	0,2	2,7	0,5	0,8

ER: equivalentes de retinol

*Patata*: es una hortaliza, una raíz feculenta, originaria de Perú e introducida en Europa en el siglo XVI, y que se ha convertido junto con el pan en la base de nuestra alimentación.

Nutricionalmente es difícil de encuadrar. Su contenido en hidratos de carbono y proteínas es mayor del que encontramos en el grupo de verduras y hortalizas y más parecido al de los cereales. Su contenido en vitamina C es el normal de su grupo y no tiene vitamina A.

##### 4.1.2. Frutas

El subgrupo de frutas se caracteriza por tener mayor valor calórico que el de verduras y hortalizas, lo que viene determinado por su contenido en fructosa como es el caso de la manzana o pera, su contenido en sacarosa como ocurre con el melocotón, y en la mayoría de ellas por el contenido de ambos azúcares.

**Tabla 26.4.** Ejemplos de composición nutricional de algunas frutas.

Frutas					
Manzana verde 1; Melón 2; Naranja 3; Pera 4; Plátano 5	1	2	3	4	5
Cantidades por 100 g de porción comestible					
Energía (kcal)	41	37	38	48	85
Proteína (g)	0,3	0,9	0,8	0,5	1,2
Grasa (g)	Tr	0,3	0,3	0,3	0,3
Hidratos de carbono (g)	10,5	8,4	8,6	11,7	21
Fibra (g)	2,3	0,8	2,3	2,2	2,5
Vitamina A ( $\mu$ g ER)	4	32	49	0	18
Vitamina C (mg)	12,4	42,2	50,6	5,2	11,5
Folato ( $\mu$ g)	5,8	17	38,7	3	20
Calcio (mg)	5,5	11	41	9,6	7,3
Hierro (mg)	0,6	0,21	0,5	0,3	0,6

Hay frutas especialmente calóricas por ser ricas en hidratos de carbono, como ocurre con los plátanos, o por ser ricas en grasa, como es el caso del aguacate (en general la fruta es pobre en este macronutriente).

Otra característica diferencial de las frutas es que son ricas en un determinado tipo de fibra soluble, la pectina; por ello se aconseja que en la dieta se tome tanto fruta como verdura.

También son ricas en ácido fólico, vitamina C y en menor medida también aportan vitamina E y vitaminas del grupo B. Asimismo contienen sustancias de tipo antioxidante.

Concluyendo: la importancia de los alimentos de este grupo radica en el hecho de que aportan cantidades importantes de vitamina A, C y folatos.

Estas vitaminas no las encontramos en otros alimentos como cereales, legumbres o productos de origen animal.

Aportan fibra y fitoquímicos (carotenoides, lignanos, flavonoides, antocianinas).

Aunque algunas verduras, como las espinacas, tengan una cierta riqueza en hierro (entre 4 y 4,5 mg/100 g de alimento fresco), la absorción de este hierro no es buena. La absorción depende de la forma en la que está el hierro. En los alimentos de origen animal está en forma hemo y por tanto es hierro ferroso. En los alimentos vegetales está en forma de hierro férrico formando complejos con fosfatos, oxalatos, carbonatos y proteínas; estos complejos son difíciles de solubilizar, por lo que su absorción es peor.

Actualmente el consumo de fruta, verduras y hortalizas se está incrementando ligeramente en España,

mientras que el consumo de patatas ha descendido considerablemente, quizás por la falsa creencia de que “engordan”.

Se recomienda consumir de dos a tres raciones diarias de fruta y que figure entre ellas al menos un cítrico.

Con respecto a verduras y hortalizas se recomiendan dos raciones diarias procurando que una vez al día se consuman crudas (ensalada).

En cuanto a las patatas se aconseja una ración diaria o en días alternos, bien como plato principal o como complemento de otros (guarnición).

## 4.2. Cereales y derivados

Los cereales son los frutos maduros y desecados de las gramíneas y deben su nombre a la diosa romana de la cosecha Ceres. En este grupo tenemos el trigo, que es el cereal más consumido en Europa, el arroz en Asia, el maíz en Sudamérica, el centeno, la cebada, el sorgo y el mijo, estos dos últimos consumidos en África (García Villanova *et al.*, 2005).

### 4.2.1. Características nutricionales de los cereales

Son ricos en almidón y tienen un contenido en proteína importante aunque esta sea de un bajo valor biológico (si se compara con proteína de origen animal), por poseer un aminoácido limitante, la lisina.

Las legumbres contienen lisina pero son deficientes en metionina. La mezcla de cereales y legumbres da una proteína de buena calidad. Esta mezcla, la combinación de cereales con legumbres, existe en la gastronomía de todas las civilizaciones.

Son una fuente importante de vitaminas del complejo B y contienen pocos lípidos.

En el caso del trigo y sus derivados, la riqueza en nutrientes va a depender realmente del grado de extracción o cantidad de grano completo que se utiliza para obtener una determinada harina.

Ejemplo: normalmente la harina que ingerimos en forma de pan blanco o de pasta es del 60%, es decir, a partir de 100 kg de trigo se han obtenido 60 kg de harina y 40 kg de salvado y germen.

El salvado contiene fibra, vitaminas del complejo B y minerales.

El germen de trigo es rico en grasa y vitaminas B y E. La grasa se le quita con objeto de que la harina no se enrancie.

El tratamiento del grano hace que quede almidón y gluten (proteína) y se pierdan otros nutrientes. Por tanto está claro que el grado de refinamiento de una harina corre paralelo a la pérdida de nutrientes.

**Tabla 26.5.** Pérdida de nutrientes en la harinas de trigo en función del porcentaje de extracción.

Harinas:	Integral (100%)	Semiinte-gral (80%)	Refinada blanca (60%)
Nutrientes (cantidades por 100 g de porción comestible)			
Proteína (g)	14	13	10
Grasa (g)	2	1,4	1
Hidratos de carbono (g)	60	64	72
Fibra (g)	12	9	3
Vitamina B <sub>1</sub> (mg)	0,4	0,3	0,13
Vitamina B <sub>2</sub> (mg)	0,2	0,08	0,04
Vitamina B <sub>6</sub> (mg)	0,35	0,1	0,05
Calcio (mg)	32	26	15
Hierro (mg)	3,5	3	1,1

El pan es la fuente de hidratos de carbono de nuestra dieta. La frecuencia de consumo debe ser diaria y estar presente en todas las comidas del día, aunque puede sustituirse lógicamente por otros cereales como el arroz, la pasta, los copos de maíz (cereales para el desayuno), etc.

La pasta se elabora con sémola de trigo duro, se hace una masa de harina y agua y se deseca.

En su elaboración se emplea solo el endospermo, que contiene almidón y gluten. Por tanto, la pasta es pobre en vitaminas del complejo B y en minerales.

**Tabla 26.6.** Ejemplos de composición nutricional de cereales y derivados.

Cantidades por 100 g de porción comestible	Cereales				
	Arroz pulido sin cáscara 1;	Espagueti 2;	Pan blanco 3;	Pan integral 4;	Pan de molde 5
Energía (kcal)	361	342	244	240	252
Proteína (g)	7,6	12	9	8,5	5,4
Grasa (g)	0,6	1,8	1,6	2,5	3,5
Hidratos de carbono (g)	86,8	74	52	48,9	53
Fibra (g)	1,4	4	3,5	8,5	4,5
Vitamina B <sub>1</sub> (mg)	0,06	0,22	0,08	0,3	0,24
Vitamina B <sub>2</sub> (mg)	0,03	0,03	0,05	0,15	0,14
Vitamina B <sub>6</sub> (mg)	0,3	0,17	0,06	0,21	0,1
Vitamina E (mg)	0,1	0,16	Trazas	1	0,19
Calcio (mg)	10	25	56	58	25
Hierro (mg)	0,8	2,1	1,6	2	2,4

En el comercio encontramos pasta con distintas formas: enriquecida, fortificada y rellena, lo que aumenta su riqueza en nutrientes.

El arroz es el cereal más consumido tras el trigo. Utilizamos el arroz pulido y blanco. Es un arroz descascarillado y pulimentado, despojado del salvado y del germen, como en el caso de la harina.

En general, el consumo de pan, pasta y arroz ha caído. El aumento del poder adquisitivo, la obsesión por el peso y la figura y la creencia popular de que los alimentos ricos en hidratos de carbono engordan son responsables de las modificaciones en su consumo.

Este descenso produce un desequilibrio nutricional ya que el hueco es rellenado por alimentos de otros grupos con composición en nutrientes diferente.

#### 4.2.2. Derivados de los cereales

Productos de bollería y pastelería: se elaboran a partir de harinas refinadas o féculas, azúcares (sacarina, fructosa, glucosa), grasas comestibles (animales, vegetales e hidrogenadas) y otros productos (fruta seca, frutos secos, chocolate, cacao, cremas, mermeladas, etc.).

Además, se le añaden aromatizantes, espesantes, colorantes, antioxidantes, etc.

El valor nutricional de estos productos es nulo ya que son ricos en kilocalorías y pobres en nutrientes. Su consumo ha aumentado entre la población infantil siendo uno de los responsables de los problemas de obesidad que estamos observando actualmente en dicho colectivo.

Se recomienda por tanto limitar su ingesta y que su consumo sea sólo ocasional.

#### 4.3. Legumbres

Son semillas comestibles que se ingieren sin la vaina. Las más consumidas en nuestro país son: garbanzos, lentejas, alubias, habas, guisantes y soja (Ros y Periago, 2005).

Como indicamos anteriormente su complementación con cereales da una proteína de buena calidad.

Son ricas en hidratos de carbono (almidón), proteína, fibra, vitaminas del complejo B, especialmente B<sub>1</sub> y B<sub>2</sub>, y además son también fuente importante de hierro, calcio, fósforo y yodo.

Las legumbres son un alimento típico de la dieta mediterránea. La ingesta de legumbres en nuestra dieta aumenta el consumo de proteína vegetal y dis-

minuye el consumo de grasa animal y colesterol. Otro de los beneficios nutricionales de las leguminosas es la ingesta de fibra, que incrementa los movimientos peristálticos y disminuye el tiempo de tránsito intestinal.

Su consumo ha caído en nuestro país en los últimos años. Actualmente se recomienda consumir al menos dos raciones de 60-80 g por semana como plato principal (potaje) y otras dos raciones como guarnición (sopas, ensaladas, tortillas).

**Tabla 26.7.** Composición nutricional de algunas legumbres.

Legumbres Alubias 1; Garbanzos 2; Guisantes 3; lentejas 4; Soja seca 5					
Cantidades por 100 g de porción comestible	1	2	3	4	5
Energía (kcal)	305	341	317	306	370
Proteína (g)	21	21	22	23	36
Grasa (g)	1,5	5,5	2,3	1	19
Hidratos de carbono (g)	55	56	56	54	16
Fibra (g)	21	14	17	11	16
Vitamina B <sub>1</sub> (mg)	0,5	0,45	0,7	0,47	0,61
Vitamina B <sub>2</sub> (mg)	0,17	0,14	0,2	0,22	0,27
Vitamina B <sub>6</sub> (mg)	0,42	0,15	0,13	0,7	0,38
Folatos (μg)	316	185	33	34	370
Calcio (mg)	126	143	72	126	240
Hierro	6,2	7	5,3	6	10

Mención especial merece la soja. Esta legumbre es la fuente de proteína en muchos países que carecen de proteína animal. La soja se diferencia de las otras legumbres (Tabla 26.7) por su riqueza en proteína, grasa insaturada, calcio y hierro y por los bajos niveles de hidratos de carbono.

La soja es la base proteica de las dietas vegetarianas. A partir de ella se obtienen productos como el tofu, la proteína de soja, el tempeh, el miso, el tamari (salsa de soja), la leche de soja, etc., muy típicos de la dieta de países orientales.

#### 4.4. Carnes, pescados y huevos

Grupo constituido por alimentos proteicos pobres en glúcidos (Ros y Martínez, 2005).

##### 4.4.1. Carnes, vísceras y embutidos

Con la denominación genérica de carne se comercializa la parte comestible de los músculos de los

animales de matadero (ternera, cerdo, cordero, etc.), de granja (pollo, pavo, conejo, etc.) y caza (venado, jabalí, etc.).

**Tabla 26.8.** Composición nutricional de algunas carnes.

Carnes Carne magra de cerdo 1; Carne magra de ternera 2; Pechuga de pollo 3; Hígado de ternera 4; Chorizo 5					
Cantidades por 100 g de porción comestible	1	2	3	4	5
Energía (kcal)	111	131	96	135	318
Proteína (g)	20	21	21,3	19	27
Grasa (g)	3,4	5,4	1,3	4,4	23
Colesterol (mg)	58	59	70	300	60
Vitamina A (μg ER)	Tr	Tr	0,34	4427	Tr
Vitamina B <sub>1</sub> (mg)	0,8	0,06	0,1	0,3	0,33
Vitamina B <sub>2</sub> (mg)	0,2	0,22	0,121	3	0,15
Vitamina B <sub>12</sub> (mg)	2,1	2	0,38	46,8	0,9
Calcio (mg)	9,4	8	22,8	8	18,4
Hierro (mg)	1,8	2,1	1,5	5	2,1

La carne es un alimento rico en proteína (aproximadamente 20%) con cantidades diferentes de grasa. De hecho, en función del contenido en grasa se dividen en: magras (con menos del 6%); grasas (con más del 10%) y semigrasas con valores intermedios. Esta grasa es mayoritariamente saturada y por tanto tiene incidencia sobre los niveles plasmáticos de colesterol y el desarrollo de enfermedades cardiovasculares.

La carne es también una excelente fuente de hierro hemo y de vitaminas del complejo B, en especial de B<sub>12</sub>, que no existe en los alimentos de origen vegetal. Carece de vitamina C y E y sólo tiene trazas de A y D.

Vísceras: otra parte que se utiliza como alimento son las vísceras rojas (hígado, riñones, tripas) y blancas (sesos, criadillas).

En general, las vísceras tienen un contenido proteico semejante a la carne. La más consumida es el hígado como tal o en forma de paté o foie-gras; es un alimento rico en vitaminas del complejo B y, a diferencia de la carne, aporta vitaminas A y D, por lo que es un alimento que debería entrar en la dieta habitual.

Embutidos: son productos de transformación de la carne que contienen además otros componentes distintos a éstas, como son: grasas animales, harinas de cereales y legumbres, sales de Na, K (cantidad limitada), aromatizantes, nitratos, fosfatos, ácido ascórbico y otros aditivos. Por ello su valor nutricional es muy variable aunque sus elevados niveles de grasa

saturada y colesterol hacen aconsejable un consumo moderado.

La ingesta recomendada de carne por día es de 150-180 g del tipo magro, mientras que en relación a los embutidos se aconseja no sobrepasar los 150 g semana.

#### 4.4.2. Pescados

Son alimentos semejantes a la carne pero con un contenido en proteína ligeramente inferior (15%) y con una cantidad de tejido conectivo mucho menor, lo que hace que sean más fáciles de digerir. Son buena fuente de vitamina D y yodo y son ricos en ácidos grasos poliinsaturados de la serie n-3, sobre todo los pescados azules como el arenque, atún, bonito, salmón y sardina. Estos ácidos grasos son precursores de eicosanoides (tromboxanos y prostaciclina) con efectos cardiovasculares beneficiosos (Ros y Martínez, 2005).

El consumo de pescado es muy aconsejable para lactantes, embarazadas y en periodos de crecimiento. Se aconsejan de tres a cuatro raciones semanales.

Los mariscos se caracterizan por tener un bajo contenido en grasa saturada y alto en proteína; además son una buena fuente de vitaminas del grupo B como la tiamina, y de minerales como hierro, yodo y zinc.

#### 4.4.3. Huevos

El huevo es un alimento de gran valor nutricional, no sólo por la calidad de su proteína sino por su aporte de minerales (fósforo y selenio) y vitaminas (A, B<sub>2</sub>, B<sub>12</sub> y D).

La grasa supone el 11% de la parte comestible del huevo, e incluye una elevada cantidad de fosfolípidos, que son esenciales para la membrana celular. Se aconseja un consumo semanal de tres o cuatro huevos.

**Tabla 26.9.** Composición nutricional de pescados y huevos.

Pescados y huevos Atún 1; Sardina 2; Lenguado 3; Merluza 4; Huevo de gallina 5					
Cantidades por 100 g de porción comestible	1	2	3	4	5
Energía (kcal)	148	153	80	63	157
Proteína (g)	23	17	16,5	11,8	12
Grasa (g)	6,2	9,4	1,4	1,8	12
Colesterol (mg)	55	80	60	67	410

(Continúa)

(Continuación)

Cantidades por 100 g de porción comestible	1	2	3	4	5
Vitamina A (µg ER)	60	63	Tr	Tr	227
Vitamina B <sub>1</sub> (mg)	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1
Vitamina B <sub>2</sub> (mg)	0,2	0,33	0,12	0,1	0,33
Vitamina B <sub>12</sub> (mg)	5	8,7	1	1,1	51
Calcio (mg)	38	50	30	33	56
Hierro (mg)	1,3	2,7	0,7	1,1	2,2

#### 4.5. Lácteos y derivados

Los productos que incluyen este grupo son la leche (de vaca fundamentalmente), leche fermentada, queso, yogur, crema o nata, requesón, cuajada, postres lácteos, etc. (Baro *et al.*, 2005).

La leche es uno de los alimentos más completos, ya que sólo le falta hierro y fibra. Es una excelente fuente de proteínas (caseína, lactoalbúminas y lactoglobulinas), vitaminas (A, D, B<sub>2</sub>, B<sub>12</sub> y fólico), y es nuestra principal fuente de calcio. También aporta hidratos de carbono (lactosa) y grasa saturada.

La caseína coagula en medio ácido, lo que permite la elaboración de quesos.

La lactosa se puede transformar en ácido láctico por microorganismos dando yogurt y leches fermentadas.

**Tabla 26.10.** Composición nutricional de productos lácteos.

Leche y derivados Leche de vaca entera 1; Leche desnatada 2; Queso manchego curado 3; Queso manchego fresco 4; Yogur natural 5					
Cantidades por 100 g de porción comestible	1	2	3	4	5
Energía (kcal)	62	33	451	333	62
Proteína (g)	3,2	3,25	36	26	3,5
Grasa (g)	3,6	0,2	34	25	3,3
Hidratos de carbono (g)	4,5	5	0,5	0,1	4,7
Vitamina A (µg ER)	48	Tr	234	218	30
Vitamina D (µg)	0,03	Tr	0,9	0,2	0,04
Vitamina E (mg)	0,1	Tr	0,6	0,6	0,1
Calcio (mg)	110	121	848	470	121

Se aconseja consumir entre dos y cuatro raciones de lácteos al día dependiendo de la etapa biológica en la que se encuentre el individuo.

Los individuos con problemas de peso, colesterol alto, problemas cardiovasculares, osteoporosis, pueden encontrar en los mercados lácteos desnatados y semi-desnatados enriquecidos en minerales y vitaminas que son idóneos en esas circunstancias específicas.

#### 4.6. Grasas, aceites y mantequillas

Otros alimentos imprescindibles para nuestro organismo son las grasas y aceites, sustancias insolubles en agua que contienen ácidos grasos esenciales, vitaminas liposolubles (A, D, E y K). La grasa es una fuente importante de energía y responsable de la palatabilidad de los alimentos (Martínez y Mañas, 2005).

Los alimentos grasos (mantequilla, margarina, aceites de cocinar) contienen triglicéridos y pequeñas cantidades de fosfolípidos y colesterol. Dependiendo del ácido graso mayoritario en esos triglicéridos a las grasas las dividimos en:

*Saturadas:* ricas en ácidos grasos saturados como esteárico, mirístico y palmítico.

*Poliinsaturadas:* ricas en ácidos grasos poliinsaturados como linoleico y linolénico.

*Monoinsaturadas:* ricas en ácidos grasos monoinsaturados como el oleico.

Las grasas saturadas son las grasas animales, pero también las grasas vegetales de coco y palma que se utilizan en bollería y pastelería. El consumo abusivo de estas grasas se relaciona con patologías cardiovasculares.

La pirámide de la alimentación saludable para la población española recomienda el consumo diario de aceite de oliva, alimento emblemático de la dieta mediterránea.

#### 4.7. Frutos secos

Los frutos secos constituyen, por sus características nutricionales, un grupo de alimentos difícil de encajar en los grupos de alimentos, por eso se suelen tratar aparte.

Con este término nos referimos a semillas comestibles encerradas en una cáscara dura. Pueden ser de dos tipos:

*Oleaginosos:* almendras, avellanas, nueces, cacahuetes, anacardos, etc.

*Farináceos:* castaña y bellota.

Desde un punto de vista nutricional, los más interesantes son los oleaginosos, alimentos ricos en grasa poliinsaturada, proteína, fibra, vitamina E y calcio.

Son muy interesantes por su riqueza y densidad nutricional como complemento nutritivo en épocas de crecimiento o de entrenamiento.

**Tabla 26.11.** Composición nutricional de frutos secos oleaginosos.

Frutos secos					
Almendras 1; Avellanas 2; Cacahuetes 3; Nueces 4; Pistachos 5					
Cantidades por 100 g de porción comestible	1	2	3	4	5
Energía (kcal)	580	630	565	640	541
Proteína (g)	20	13	26	14	21
Grasa (g)	53	63	49	61	45
Hidratos de carbono (g)	12	9	8	13	16
Fibra (g)	7	6	8,5	5	6,5
Vitamina E (mg)	20	24	9	3	4,5
Calcio (mg)	247	188	92	94	107
Hierro	3,6	3,3	4,6	2,5	4,2

## 5. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

Para confeccionar una dieta equilibrada y saludable es conveniente tener un cierto conocimiento de la composición en nutrientes de los distintos grupos de alimentos y después necesitamos saber qué necesidades de nutrientes tiene el individuo, es decir, cuáles son sus requerimientos nutricionales.

Se entiende por requerimientos nutricionales la cantidad de todos y cada uno de los nutrientes que cada individuo sano necesita para estar en un estado óptimo de salud. La necesidad de nutrientes tiene un carácter individual, por tanto lo ideal sería conocer las necesidades de cada persona. Las necesidades son individuales pero además cambian en función de la situación fisiológica del individuo (edad, sexo, talla, peso, etc.).

Lo que se hace, puesto que es imposible estudiar las necesidades de cada persona, es estudiar los requerimientos de distintos grupos de población en función de la edad y del sexo. Los valores que se dan y que se recogen en tablas cubren las necesidades de los que las tienen mayores dentro de cada grupo y reciben el nombre de ingestas recomendadas.

## 6. INGESTAS RECOMENDADAS

Las ingestas recomendadas surgieron de la necesidad de conocer qué poblaciones o grupos de población estaban recibiendo la cantidad adecuada de nutrientes a través de los alimentos para hacer frente a sus requerimientos nutricionales (Yago *et al.*, 2005).

Las podemos definir como niveles de ingesta de nutrientes esenciales que, sobre las bases de conocimientos científicos, se juzgan adecuadas para mantener los requerimientos nutricionales de todas las personas. Son guías cuantitativas para los micronutrientes esenciales, la energía, la fibra y la proteína, dirigidas a diferentes subgrupos de población en función del sexo, edad, estado fisiológico y nivel de actividad física, y que tienen como objetivo prevenir las deficiencias nutricionales.

Las ingestas recomendadas de nutrientes (RNI) son llamadas también RDA, ingestas dietéticas recomendadas (RDI), valores dietéticos de referencia (DRV) o ingesta de referencia para la población, en otros países. Se calculan a partir de los requerimientos nutricionales que presenta un grupo determinado para un nutriente. Mediante estudios de evaluación del estado nutricional de poblaciones, epidemiológicos, experimentales y clínicos se estiman los requerimientos en el conjunto de una población objeto de estudio.

En resumen, el abordaje generalmente usado ha consistido en identificar los requerimientos medios (AR) y su varianza en forma de desviación estándar (SD). El 95% de los valores estará comprendido entre los requerimientos medios menos dos desviaciones estándar (AR - 2SD) y los requerimientos medios más dos desviaciones estándar (AR + 2SD), quedando un 2,5% por debajo del primero de estos valores y un 2,5% por encima del segundo de estos valores. La ingesta

dietética recomendada (RDA) se define como los requerimientos medios más dos desviaciones estándar (más un 20% de esos requerimientos medios) y cubre los requerimientos de toda la población excepto los del 2,5%, cuyos requerimientos están por encima de este valor.

En el caso de la energía los valores que se dan es el requerimiento medio sin sumarle el 20% para evitar que gran parte de la población ingiera un exceso de kilocalorías. Las necesidades energéticas van a variar en función de la realización de actividad física.

En la Tabla 26.12 se recogen las ingestas recomendadas para la población española (niños y niñas).

En la tabla las necesidades energéticas están calculadas para una actividad moderada. Para una actividad ligera reducir en un 10% y para una actividad alta aumentarlas en un 20%.

En las tablas de ingestas recomendadas para la población española, los grupos indicados incluyen individuos medios en cuanto talla y peso.

Son valores para personas sanas con un tipo de vida “normal”, es decir, moderadamente activas.

Las ingestas se expresan por día pero esto no implica que sea necesario ingerir la cantidad especificada todos los días. Como tenemos capacidad de almacenar los nutrientes ingeridos el no tomar un día un tipo de nutriente no implica una deficiencia del mismo.

Las ingestas recomendadas son superiores a los requerimientos medios por ello la ingesta adecuada de un nutriente para muchas personas puede ser inferior a la ingesta recomendada. Esto implica que ingestas inferiores en un 20% a la ingesta recomendada pueden ser totalmente correctas para muchos de los individuos del grupo.

Las ingestas recomendadas son guías orientativas y punto de referencia en una evaluación nutricional.

**Tabla 26.12.** Ingestas recomendadas.

Categoría Edad (años)	Energía (kcal)(1)(2)	Proteína (g)(3)	Calcio (mg)	Hierro (mg)	Yodo (mcg)	Zinc (mg)	Magnesio (mg)
<b>Niños y niñas</b>							
0,0-0,5	650	14	500	7	35	3	60
0,6-1,0	950	20	600	7	45	5	85
1-3	1.250	23	800	7	55	10	125
4-5	1.700	30	800	9	70	10	200
6-9	2.000	36	800	9	90	10	250
<b>Hombres</b>							
10-12	2.450	43	1.000	12	125	15	350
13-15	2.750	54	1.000	15	135	15	400

(Continúa)

(Continuación)

Categoría Edad (años)	Energía (kcal)(1)(2)	Proteína (g)(3)	Calcio (mg)	Hierro (mg)	Yodo (mcg)	Zinc (mg)	Magnesio (mg)
<b>Hombres</b>							
16-19	3.000	56	1.000	15	145	15	400
20-39	3.000	54	800	10	140	15	350
40-49	2.850	54	800	10	140	15	350
50-59	2.700	54	800	10	140	15	350
60+	2.400	54	800	10	140	15	350
<b>Mujeres</b>							
10-12	2.300	41	1.000	18	115	15	300
13-15	2.500	45	1.000	18	115	15	330
16-19	2.300	43	1.000	18	115	15	330
20-39	2.300	41	800	18	110	15	330
40-49	2.185	41	800	10	110	15	330
50-59	2.075	41	800	10	110	15	300
60+	1.875	41	800	10	110	15	300
Gestación (2ª mitad)	+250	+15	+600	18	+25	20	+120
Lactancia	+5.000	+25	+700	18	+45	25	+120

Categoría Edad (años)	Tiamina (mg)(4))	Ribofla- vina (mg)(4)	Eq. Nilacina (mg)(4)(5)	Vit B <sub>6</sub> (mg)	Folato (mcg) (6)	Vit B <sub>12</sub> (mcg)	Vit C (mg)	Vit A: Eq. Retinal (mcg) (7)	Vit D (mcg) (8)	Vit E (mg) (9)
<b>Niños y niñas</b>										
0,0-0,5	0,3	0,4	4	0,3	40	0,3	50	450	10	6
0,6-1,0	0,4	0,6	6	0,5	60	0,3	50	450	10	6
1-3	0,5	0,8	8	0,7	100	0,9	55	300	10	6
4-5	0,7	1	11	1,1	100	1,5	55	300	10	7
6-9	0,8	1,2	13	1,4	100	1,5	55	400	5	8
<b>Hombres</b>										
10-12	1	1,5	16	1,6	300	2	60	1.000	5	10
13-15	1,1	1,7	18	2,1	400	2	60	1.000	5	11
16-19	1,2	1,8	20	2,1	400	2	60	1.000	5	12
20-39	1,2	1,8	20	1,8	400	2	60	1.000	5	12
40-49	1,1	1,7	19	1,8	400	2	60	1.000	5	12
50-59	1,1	1,6	18	1,8	400	2	60	1000	10	12
60+	1	1,4	16	1,8	400	2	60	1000	15	12
<b>Mujeres</b>										
10-12	0,9	1,4	15	1,6	300	2	60	800	5	10
13-15	1	1,5	17	2,1	400	2	60	800	5	11
16-19	0,9	1,4	15	1,7	400	2	60	800	5	12
20-39	0,9	1,4	15	1,6	400	2	60	800	5	12
40-49	0,9	1,3	14	1,6	400	2	60	800	5	12
50-59	0,8	1,2	14	1,6	400	2	60	800	10	12
60+	0,8	1,1	12	1,6	400	2	60	800	15	12
Gestación (2ª mitad)	+0,1	+0,2	+2	1,9	+200 (10)	2,2	80	800	10	+3
Lactancia	+0,2	+0,3	+3	2,0	+100	2,6	85	1.300	10	+5

## 7. DIETA EQUILIBRADA

Una vez conocida la composición en nutrientes de los alimentos y las necesidades nutricionales de los individuos podremos confeccionar una dieta saludable y ajustada a esas necesidades cualitativas y cuantitativas de nutrientes y energía.

A la hora de elaborar esta dieta hay que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Necesidades calóricas del individuo.
- Distribución de la ingesta calórica entre las diferentes comidas del día.
- Equilibrio entre nutrientes.

### 7.1. Necesidades calóricas del individuo

Las necesidades calóricas de cada individuo son diferentes y dependen fundamentalmente del metabolismo basal y de la actividad física.

El metabolismo basal es la cantidad de energía que se precisa para el mantenimiento de la vida y de las funciones fisiológicas del individuo en condiciones de reposo. El metabolismo basal depende de la masa magra, por eso es inferior en mujeres que en hombres.

Existen distintas fórmulas para calcularlo en función del peso, edad y talla. Ahora bien, un método rápido y aproximado es el siguiente:

- Hombres:  $1 \text{ kcal} \times \text{kg de peso corporal} \times 24 \text{ horas}$ . Para un individuo de 75 kg tendríamos que  $75 \times 24 = 1.800 \text{ kcal}$ .
- Mujeres:  $0,9 \text{ kcal} \times \text{kg de peso corporal} \times 24 \text{ horas}$ . Para una mujer de 60 kg tendríamos que  $0,9 \times 60 \times 24 = 1.296 \text{ kcal}$ .

A estos valores habría que sumarle el gasto debido a la actividad física diaria del individuo en particular. La actividad física es el factor que más variabilidad puede introducir en el gasto energético diario de una persona. Un ejercicio intenso puede incrementar el gasto entre diez y quince veces por encima del basal.

En la práctica una forma de saber si nuestra ingesta calórica es la correcta es mediante el control del peso.

Para mantener el peso los ingresos (ingesta calórica) tienen que ser igual al gasto calórico. Si la ingesta es mayor almacenamos kcal, generalmente en forma de grasa, y engordamos.

La ingesta calórica se calcula mediante tablas de composición de alimentos en las que se informa de la

cantidad de macronutrientes (grasa, proteína e hidratos de carbono) por cada 100 g de alimento ingerido. Aplicando posteriormente la valoración metabólica de Atwater podemos calcular aproximadamente el rendimiento calórico cuando estos nutrientes son oxidados por el organismo.

Para ello multiplicamos los gramos ingeridos de hidratos de carbono por 4 kcal, los gramos ingeridos de grasa por 9 kcal y los gramos ingeridos de proteína por 4 kcal. En el caso del alcohol la ingesta calórica se obtiene multiplicando los gramos ingeridos por 7 kcal.

Si nuestro gasto se equilibra con la ingesta mantendremos el peso corporal. Una forma de saber si nuestro peso corporal es correcto es calculando el IMC o índice de masa corporal, que es el resultado de dividir nuestro peso corporal (expresado en kg) por la talla (expresada en metros) elevada al cuadrado.

$$\text{IMC} = \text{peso (kg)} / (\text{altura en metros})^2$$

El resultado obtenido se compara con los valores de referencia de la Tabla 26.13.

**Tabla 26.13.** Valores estándar para el IMC.

	IMC (kg/m <sub>2</sub> )
Peso bajo.	< 20
Deseable.	20-25
Sobrepeso (obesidad grado 1).	25-30
Obeso (obesidad grado 2).	30-40
Obesidad grado 3.	> 40

### 7.2 Distribución de la ingesta calórica entre las diferentes comidas del día

Teniendo en cuenta que nuestra capacidad de almacenamiento de glucógeno es limitada se recomienda que se hagan al menos cuatro comidas al día.

La ingesta calórica total hay que distribuirla entre ellas. Un modelo podría ser el siguiente:

Desayuno 20-25% del total; almuerzo 35-40%; merienda 10-20%; cena 10-20%.

Se puede observar que una de las principales comidas debería ser el desayuno, ya que debido al reposo nocturno llevamos muchas horas de ayuno y nuestros depósitos energéticos están deplecionados por la mañana.

El aporte energético del desayuno nos permitirá lograr un adecuado rendimiento tanto físico como intelectual durante la jornada laboral.

Para aquellos individuos que hacen jornadas continuas (de 8 a 15 horas) es recomendable desdoblarse

la ingesta calórica del almuerzo en dos haciendo una toma a media mañana, para evitar que transcurra mucho tiempo entre comidas.

La cena debe ser ligera, ya que precede al descanso nocturno. La distribución calórica propuesta cambiará si los individuos tienen horarios especiales.

### 7.3. Equilibrio entre nutrientes

Una dieta se considera equilibrada cuando un 50-55% de las kcal totales ingeridas/día las aportan o proceden de los hidratos de carbono de la dieta, 30-35% de las kcal totales las aporta la grasa ingerida y el resto, un 12%, proceden de la proteína.

Además, es recomendable que los hidratos de carbono sean complejos (almidón), que además aportan fibra, y no simples (azúcares) y que la grasa sea fundamentalmente monoinsaturada o poliinsaturada.

Las encuestas nutricionales realizadas a la población española en los últimos años ponen de manifiesto que nuestra dieta tipo mediterránea ha experimentado un notable cambio (Yago *et al.*, 2005).

En términos generales, la dieta que tenía una estructura de carácter vegetariano ha pasado a ser abundante en productos de origen animal. Este hecho se traduce en que ha aumentado el consumo de proteína de origen animal junto con el de grasa saturada; por el contrario, ha descendido el consumo de hidratos de carbono complejos y de fibra.

**Tabla 26.14.** Aporte actual de macronutrientes por la dieta en España.

Nutriente	Estimación de la situación actual en España
Proteína (% de la energía total ingerida).	15-17 %
Grasa total (% de la energía total ingerida).	40-42 %
Grasa saturada (% de la energía total ingerida).	13 %
Colesterol (mg/1.000 kcal).	150
Hidratos de carbono totales (% de la energía total ingerida).	40-45 %
Azúcares simples (% de la energía total ingerida).	10-12 %
Hidratos de carbono complejos (% de la energía total ingerida).	30-33 %
Fibra (g/día).	15-20 %

Como se observa en la Tabla 26.14, la situación en España dista mucho de lo ideal. Estas modificaciones de la dieta se han emparejado con otras circunstancias como son la mecanización y la reducción de actividad

física tanto en el ámbito ocupacional como de ocio y han dado como resultado un aumento en el número de casos de sobrepeso y obesidad. Además, los estudios experimentales, clínicos y epidemiológicos han puesto de manifiesto que estos cambios alimentarios son factores causales o agravantes de una serie de enfermedades crónicas como: cardiopatía isquémica, distintos tipos de cáncer, diabetes, colelitiasis, osteoporosis.

Todo ello ha hecho que las instituciones correspondientes, dentro de lo que es una política de salud pública, promuevan modelos alimentarios de consumo que contribuyan a disminuir los factores de riesgo mejorando el estado de salud de la población. Estos modelos son lo que se conoce como objetivos nutricionales.

## 8. OBJETIVOS NUTRICIONALES

Son recomendaciones que se formulan en términos cuantitativos para determinados macronutrientes y micronutrientes y que se dan en el ámbito nacional con el objetivo de prevenir a largo plazo enfermedades crónicas como la cardiopatía coronaria, el infarto o el cáncer. Se usan generalmente para hacer planificaciones en el ámbito nacional más que para aconsejar en el aspecto individual y se expresan, normalmente, en términos de ingesta media nacional en gramos/día o como porcentaje de energía consumida.

**Tabla 26.15.** Objetivos nutricionales para la población española.

Nutriente	Estimación de la situación actual en España	Objetivos nutricionales de la SENC
Proteína (% de la energía total ingerida).	15-17	12-13
Grasa total (% de la energía total ingerida).	40-42	35
Grasa saturada (% de la energía total ingerida).	13	< 10
Colesterol (mg/1.000 kcal).	150	< 100
Hidratos de carbono totales (% de la energía total ingerida).	40-45	55
Azúcares simples (% de la energía total ingerida).	10-12	< 10
Hidratos de carbono complejos (% de la energía total ingerida).	30-33	50
Fibra (g/día).	15-20	> 25

Los objetivos nutricionales se basan en criterios científicos y generalmente se establecen a partir del consenso de instituciones internacionales o de sociedades científicas; en España los objetivos nutricionales fueron fijados por la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC) y han sido ampliamente difundidos.

Por tanto, son metas que la población debería alcanzar poco a poco en cuanto al consumo de nutrientes. Tratan de arreglar las desviaciones producidas en nuestros hábitos alimentarios. Sería como un proceso de *feed back* negativo: se toma como base de partida la alimentación habitual, se estudia la evolución de la misma con los años y se ve si los cambios en los hábitos alimentarios van emparejados al incremento de una o unas determinadas patologías crónicas; si es así se dan pautas (objetivos nutricionales) que traten de revertir estas desviaciones y normalizar la frecuencia de dichas patologías. No se dan para distintos grupos de edad y sexo sino para la población en general y no pueden ser muy drásticos ni ir en contra de las costumbres gastronómicas.

La consecución de los objetivos nutricionales será el resultado de un proceso de educación nutricional encaminado a restablecer o conseguir unos buenos hábitos alimentarios, lo que es sinónimo de alimentación equilibrada y saludable.

Las ingestas recomendadas y los porcentajes de macro y micronutrientes no los entiende la población, y para que se puedan seguir las pautas que se dan en estos objetivos nutricionales se hace necesario traducir los datos técnicos a alimentos, raciones y frecuencia de consumo y esta traducción es lo que se conoce como *guías alimentarias*.

## 9. GUÍAS ALIMENTARIAS

La Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC) publicó en 1995 la primera edición de las *Guías alimentarias* para la población española. En el año 1999, impulsado y coordinado por la SENC, se inició un proceso de revisión y actualización de las *Guías alimentarias*, en el que participaron más de 100 expertos de la nutrición y la salud pública españolas. El resultado de este trabajo dio lugar a la publicación de la segunda edición de las *Guías alimentarias* en el año 2001. Estas guías se recogieron de un documento de consenso y consisten en una representación gráfica de los alimentos que se deben consumir y su frecuencia de consumo. La forma que prevalece en la actualidad es la pirámide.

Estas guías traducen los objetivos nutricionales —formulados científicamente y expresados en términos numéricos como cantidades de nutrientes y porcentajes de energía— a un lenguaje más familiar. En ellas, las recomendaciones se expresan de manera cualitativa, como alimentos, raciones o tendencias más positivas para la salud.

*¿Qué son y a quién van dirigidas?*

Son normas de “buen comer” dirigidas a la población general, constituyendo un instrumento educativo en el ámbito de la política sanitaria. Se trata, pues, de recomendaciones generales dirigidas a prevenir enfermedades crónicas.

*¿Son diferentes de las ingestas recomendadas?*

Sí, porque las ingestas recomendadas son los aportes diarios recomendados para evitar el desarrollo de enfermedades carenciales y hacen referencia a los aportes de *nutrientes*. Por ejemplo, para un niño de 13 a 15 años la RDA de vitamina C es de 60 mg. Obviamente, son difíciles de interpretar por la población general a la hora de ponerlas en práctica.

Las *Guías alimentarias* pretenden resolver este problema: hacen referencia a los *alimentos*. Siguiendo el mismo ejemplo de la vitamina C, su traducción sería “tomar dos naranjas o cítricos diarios, o su zumo”.

*¿Qué buscan las guías alimentarias?*

Fomentar estilos de vida saludables. Contribuir al control de las deficiencias o excesos en el consumo de alimentos.

Reducir el riesgo de las enfermedades relacionadas con la alimentación (sobrepeso, obesidad, hipertensión arterial, diabetes mellitus, enfermedades cardiovasculares), a través de mensajes comprensibles que permitan en el ámbito individual y colectivo realizar la mejor selección y manejo de los alimentos.

*¿Cuál es el propósito de las guías Alimentarias?*

Promover el consumo de alimentos saludables, variados y culturalmente aceptados, reforzando hábitos alimentarios deseables para mantener la salud, a través de una herramienta educativa que oriente a la familia, a los educadores, a las asociaciones de consumidores, a los medios de comunicación y a la industria de alimentos, entre otros, sobre la promoción de una alimentación saludable.

Las *Guías alimentarias* actuales introducen los siguientes puntos:

1. Moderación en el consumo de carne, particularmente de vacuno y carnes procesadas.
2. Elección del aceite de oliva en lugar de otros aceites o grasas de adición.

3. Mantenimiento y promoción del consumo de frutas, verduras y pescado.
4. Utilización de productos lácteos, total o parcialmente descremados.
5. Aumento del consumo de alimentos ricos en polisacáridos y reducción del consumo de azúcar, dulces y bollería.
6. Mantener la tradición gastronómica y la variedad en platos y recetas así como el consumo moderado de vino.
7. Estimular la práctica de ejercicio físico.

### 9.1. Pirámide de alimentación saludable

En la pirámide alimentaria (Figura 26.1) nos encontramos los alimentos que deben ser ingeridos diariamente situados en la base. Son cereales y derivados, patatas, verduras, hortalizas y frutas. También están en este nivel la leche y derivados y el aceite de oliva, y deben tomarse las cantidades que se indican.

Existen cuatro tipos de alimentos, concretamente, legumbres, pescados, huevos y pollo, que se tomarán *varias veces a la semana*. Se deben tomar de dos a tres raciones a la semana de cada uno de ellos alternando el consumo. Se aconseja un consumo restrictivo de carnes grasas, pastelería y bollería y se recomienda la ingesta de agua en cantidad variable según la edad y circunstancias.

No se recomienda el consumo de alcohol a quien le desagrada, a personas menores de 50 años o de bajo riesgo cardiovascular. En el caso de ingerir vino se aconseja hasta dos vasos al día. También es aconsejable una actividad física habitual, gratificante y moderada, que en cada caso debe adecuarse a la realidad fisiológica.

Con estas orientaciones alimentarias, los objetivos nutricionales y el mantenimiento del adecuado peso corporal, se tiene la base de una dieta saludable.

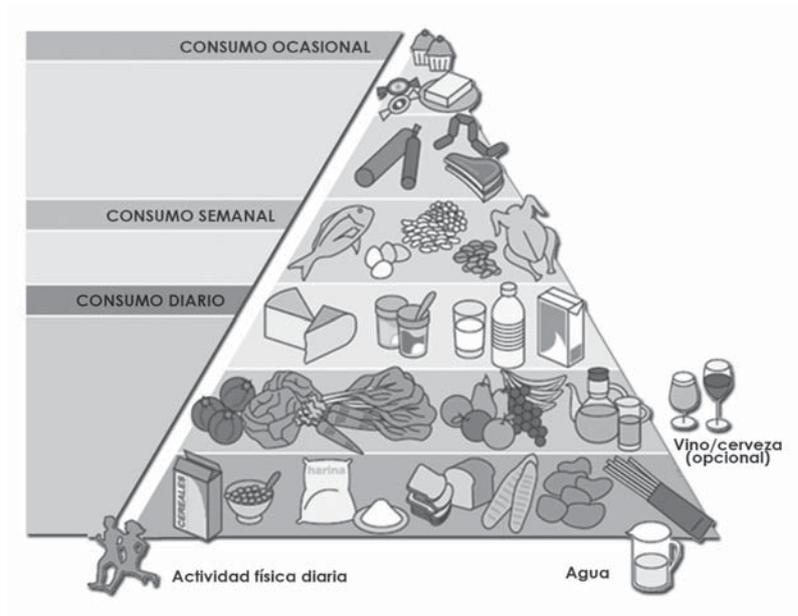


Figura 26.1. Pirámide alimentaria (SENC, 2004).

(Continúa)

(Continuación)

CONSUMO OCASIONAL	
	Grasas (margarina, mantequilla). Dulces, bollería, caramelos, pasteles. Carnes grasas, embutidos.
CONSUMO SEMANAL	
	Pescados, carnes magras, huevos, legumbres. <i>2-3 raciones semana.</i> Frutos secos. <i>2-3 raciones semana.</i>
CONSUMO DIARIO	
	Leche, yogur, queso. <i>&gt; 2 raciones día.</i> Aceite de oliva. <i>3-5 raciones día.</i> Verduras y hortalizas. <i>&gt; 2 raciones día.</i> Frutas. <i>&gt; 3 raciones día.</i> Pan, cereales, cereales integrales, arroz, pasta, patatas. <i>4-6 raciones día.</i> Agua. <i>4-8 raciones día.</i> Vino/cerveza (consumo opcional). <i>1 vaso o copa al día.</i> Actividad física diaria.

Figura 26.2. Frecuencia del consumo de alimentos.

Grupo de alimentos	Frecuencia recomendada	Peso de cada ración (en crudo y neto)	Medidas caseras
Patatas, arroz, pan, pan integral y pasta	4-6 raciones al día	60-80 g de pasta, arroz 40-60 g de pan 150-200 g de patatas	1 plato normal 3-4 rebanadas o un panecillo 1 patata grande o 2 pequeñas
Agua de bebida	4-8 raciones al día	200 ml aprox.	1 vaso o 1 botellín
Cerveza y vino	Consumo diario (opcional)		1 vaso o copa
Verduras y hortalizas	> 2 raciones al día	150-200 g	1 plato de ensalada variada 1 plato de verdura cocida 1 tomate grande, 2 zanahorias
Frutas	> 3 raciones al día	120-200 g	1 pieza mediana / 1 taza de cerezas, fresas / 2 rodajas de melón
Lácteos y derivados	2 a 4 raciones al día	200-250 ml de leche 200-250 g de yogur 40-60 g de queso curado 125 g de queso fresco	1 taza de leche 2 unidades de yogur 2-3 lonchas de queso 1 porción individual
Aceite de oliva	3-5 raciones al día	10 ml	1 cucharada sopera
Práctica de actividad física	Diario	> 30 minutos	
Pescados	3 raciones a la semana	125-150 g	1 filete individual
Carnes magras, aves y huevos	Alternar su consumo	100-250 g	1 filete pequeño, 1 cuarto de pollo o conejo, 1-2 huevos
Legumbres	2-3 raciones a la semana	60-80 g	1 plato normal individual
Frutos secos		20-30 g	1 puñado o ración individual
Embutidos y carnes grasas	Ocasional		Moderado
Dulces, snacks, refrescos	< 4 ocasiones al día		Moderado
Mantequilla, margarina y bollería	Ocasional		Moderado

Figura 26.3. Pesos de raciones de cada grupo de alimentos y medidas caseras (SENC, 2004).

# Nutrición para la salud y la actividad física

Mariano Mañas Almendros, Emilio Martínez de Victoria Muñoz y M<sup>a</sup> Dolores Yago Torregrosa

## OBJETIVOS

- Definir y diferenciar las necesidades calóricas del cuerpo humano en función del grado de actividad física.
- Conocer los depósitos energéticos del cuerpo humano y su utilización durante el ejercicio.
- Identificar los sistemas que utiliza el músculo para obtener energía.
- Profundizar en el concepto dieta del deportista explicando sus peculiaridades.
- Evaluar el efecto sobre el rendimiento de distintas pautas dietéticas.
- Discutir si los deportistas o los sujetos físicamente activos necesitan, para un óptimo rendimiento físico, una dieta equilibrada, ajustada a las necesidades calóricas de la actividad física desarrollada o si son necesarios suplementos de estos micronutrientes.
- Relacionar el estatus en micronutrientes y el rendimiento físico.
- Conocer los mecanismos por los que los minerales y vitaminas ejercen una acción sobre el rendimiento deportivo.
- Discutir sobre la utilidad de las ayudas ergogénicas nutricionales y valorar los efectos positivos y negativos o bien la ausencia de efectos.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los seres vivos necesitan energía para vivir, para el funcionamiento de su organismo y para realizar sus actividades diarias. El hombre es heterótrofo y por lo tanto no tiene la capacidad de incorporar la energía radiante, teniéndola que tomar ya formada.

La energía ingerida la utiliza para el funcionamiento de los distintos órganos vitales, para el funcionamiento de los procesos de síntesis y transporte celular, para el mantenimiento de la temperatura corporal y para el desarrollo de la actividad física diaria.

La energía la obtenemos de los macronutrientes energéticos. Los carbohidratos, grasas y proteínas pueden usarse como combustible para la obtención de la energía necesaria para el organismo.

Como dijimos en el capítulo anterior, la proteína es fundamentalmente estructural o plástica. Sin embargo el hecho de que sea también un nutriente energético puede dar lugar a que cuando una dieta sea pobre en calorías (pobre en carbohidratos) esta pro-

teína se utilice como combustible y no cumpla correctamente su papel estructural.

Estos macronutrientes energéticos forman depósitos en el cuerpo humano, depósitos que son utilizados por el músculo para obtener energía de forma diferente dependiendo del tipo de ejercicio y depósitos que hay que mantener y rellenar con la dieta diaria o con dietas especiales o ayudas ergogénicas de tipo nutricional.

A lo largo de este capítulo vamos a tratar de explicar de una forma clara estos aspectos. Vamos a discutir cuáles son las necesidades calóricas de los individuos en función de la intensidad y duración de la actividad física realizada. Vamos a estudiar los depósitos energéticos del cuerpo humano y cómo son utilizados para la obtención del ATP que el músculo necesita para contraerse en función de las características de intensidad y duración de la actividad física realizada.

Por último, trataremos de sentar las bases de lo que se considera dieta equilibrada para un deportista,

discutiremos sus necesidades de vitaminas y minerales y discutiremos pautas dietéticas específicas que ayudan a mejorar el rendimiento en pruebas con características determinadas.

Toda esta información tiene como objetivo aclarar un campo, como es el de la alimentación del deportista, en el que hay mucho error, mucho engaño y muchas creencias falsas, infundadas y totalmente carentes de base científica (Zamora *et al.*, 2005).

## 2. NECESIDADES CALÓRICAS DEL CUERPO HUMANO

El valor calórico de los macronutrientes contenidos en los alimentos se expresa en kilocalorías (kcal) y también en kilojulios (kJ). El uso de la unidad kJ es porque la energía de los alimentos ingeridos se utiliza para realizar un trabajo. La equivalencia entre ambas unidades es la siguiente:

$$1 \text{ kcal} = 4.184 \text{ kJ} \quad 1 \text{ kJ} = 0,24 \text{ kcal}$$

Como es sabido, aplicando la valoración metabólica de Atwater podemos calcular aproximadamente el rendimiento calórico cuando estos nutrientes son oxidados por el organismo. Para ello multiplicamos los gramos ingeridos de hidratos de carbono por 4 kcal; los gramos ingeridos de grasa por 9 kcal y los gramos ingeridos de proteína por 4 kcal. En el caso del alcohol la ingesta calórica se obtiene multiplicando los gramos ingeridos por 7 kcal.

En el organismo, cuando se catabolizan estos nutrientes se obtiene, por una parte, calor (60%), y por otra parte, energía almacenada en forma de enlaces fosfato (ATP y fosfocreatina), que constituyen la moneda energética usada por el organismo para llevar a cabo sus funciones.

La contracción de un músculo para moverse y desarrollar un esfuerzo necesita de la hidrólisis de ATP. El ATP, por tanto, es el responsable de transferir la energía química contenida en los macronutrientes al músculo o a la célula para que desarrollen su función.

El ATP se hidroliza dando ADP + Pi (fósforo inorgánico) y estos productos son reconvertidos rápidamente en nuevo ATP.

La cantidad total de ATP almacenada en el cuerpo es pequeña, lo que hace necesario estar formándolo constantemente a partir de los nutrientes energéticos. La concentración de ATP en el interior de las células es de unos 6  $\mu$ moles por gramo de tejido muscular.

Esta cantidad es muy pequeña y sólo daría para mantener las funciones de los tejidos en reposo unos 9 segundos.

El hombre va transformado los alimentos ingeridos en energía biológica que utiliza para llevar a cabo su actividad física diaria. El contenido energético de los alimentos ingeridos debe ser similar al gasto calórico, es decir, tiene que hacer frente a las necesidades calóricas del individuo.

Los factores que determinan el gasto calórico de un individuo y por tanto sus necesidades calóricas diarias son, como ya apuntamos en el capítulo anterior, el metabolismo basal y la actividad física.

### 2.1. Metabolismo basal (MB)

El metabolismo basal es el gasto energético en reposo (GER) y está relacionado con la masa magra corporal o peso libre de grasa ya que el tejido adiposo presenta una actividad metabólica muy baja. La distinta composición corporal de la mujer y el hombre es la responsable de que este último tenga un metabolismo basal más alto.

Dijimos que una forma rápida y aproximada de calcular el metabolismo basal es la siguiente:

- Hombres: 1 kcal x kg de peso corporal x 24 horas.
- Mujeres: 0,9 kcal x kg de peso corporal x 24 horas.

Otras fórmulas utilizadas son:

Harris y Benedict (1919).

- Hombres: MB (kcal) = 66,5 + (13,75 x Peso) + (5,0 x Talla) – (6,78 x Edad)
- Mujeres: MB (kcal) = 65,5 + (9,56 x Peso) + (1,85 x Talla) – (4,68 x Edad)

(Peso en kilogramos (kg), talla en centímetros (cm), edad en años.)

Ecuaciones de la FAO/OMS

Edad (en años)	Hombres	Mujeres
< 3	MB = (60,9 x P) - 54	MB = (61 x P) - 51
3-10	MB = (22,7 x P) + 495	MB = (22,5 x P) + 499
10-18	MB = (17,5 x P) + 651	MB = (12,2 x P) + 746
18-30	MB = (15,3 x P) + 679	MB = (14,7 x P) + 496
30-60	MB = (11,6 x P) + 879	MB = (8,7 x P) + 829
> 60	MB = (13,5 x P) + 487	MB = (10,5 x P) + 596

El gasto calórico en reposo obtenido con estas fórmulas es una aproximación estadística al individuo normal y a veces es poco aplicable a deportistas

con proporciones de grasa corporal diferentes. Por todo ello lo más correcto en el caso de deportistas es determinar correctamente la composición corporal del individuo mediante la medida de pliegues cutáneos, bioimpedancia, peso sumergido, etc., y aplicar la ecuación de Grande y Keys:

MB (kcal) = 1,3 kcal/h/kg de peso corporal exento de grasa

Esta medida es independiente de la edad (entre los 20 y 60 años) y del sexo.

## 2.2. Actividad física

En un individuo sedentario el metabolismo basal puede representar hasta un 75% del gasto calórico diario. En individuos activos este porcentaje desciende al 40-50% debido a que la actividad física es el factor que más variabilidad puede introducir en el gasto energético diario de una persona (Barbany, 2002).

El ejercicio es un potente estímulo termogénico y por ello las necesidades calóricas de un individuo van a depender en gran manera de lo activo que sea.

Cualquier tipo de actividad física elevará la actividad metabólica por encima del MB y por tanto aumentará el gasto energético.

**Tabla 27.1.** Efecto de la intensidad con la que se realiza una actividad física sobre el gasto calórico diario.

Fórmulas para calcular los requerimientos energéticos de un adulto sano según la Academia Nacional de las Ciencias de EEUU	
Hombres = $662 - (9,53 \times \text{edad en años}) + CA \times [(15,91 \times \text{peso en kg}) + (539,6 \times \text{talla en m})]$	
CA es el coeficiente de actividad y depende del nivel de actividad física	
Tipo de actividad.	CA
Sedentaria.	1
Ligera.	1,11
Activa.	1,25
Muy activa.	1,48
Mujeres = $354 - (6,91 \times \text{edad en años}) + CA \times [(9,36 \times \text{peso en kg}) + (726 \times \text{talla en m})]$	
Sedentaria.	1
Ligera.	1,12
Activa.	1,27
Muy activa.	1,45

Los factores asociados con el ejercicio físico que afectan al gasto de energía son peso, composición corporal, edad, sexo, intensidad y duración del ejercicio y frecuencia con el que se realiza.

Para moverse deprisa los músculos tienen que contraerse más rápidamente y como en cada contracción se consume ATP, a mayor velocidad de contracción mayor gasto de energía por minuto.

Las actividades que implican la utilización de grandes grupos musculares del cuerpo son las que gastan más energía. Este gasto incrementará a medida que aumenta la intensidad y duración del ejercicio. Si la actividad se puede mantener durante mucho tiempo a una alta intensidad el gasto calórico será muy grande.

El gasto energético diario total será la suma del MB y del gasto debido a la actividad física que realizamos. La actividad física no es sólo la realización de deporte sino que incluye también la debida al trabajo o profesión que tenemos.

## 3. PARÁMETROS FISIOLÓGICOS ASOCIADOS CON EL CONSUMO ENERGÉTICO

El gasto de energía durante la realización de una actividad física es proporcional al nivel de intensidad con el que se realiza dicha actividad. Para medir y expresar la intensidad de ese ejercicio se pueden seguir dos caminos:

Medir el gasto de trabajo total en kilojulios/segundo o, lo que es lo mismo, en vatios. Esto se puede hacer usando, por ejemplo, una bicicleta ergométrica (o cicloergómetro).

Otra forma es medir el gasto fisiológico de la actividad. El cuerpo humano sufre una serie de cambios adaptativos para hacer frente al aumento en las demandas calóricas que se correlacionan con el grado de intensidad del ejercicio físico que se realiza (Costill, 2004).

Algunos de estos cambios son fáciles de medir o registrar, como por ejemplo, la frecuencia cardiaca o respiratoria, mientras que en otros casos, como medir la actividad del sistema ATP-PC o la producción de láctico (umbral anaeróbico) o el consumo máximo de oxígeno, se necesitan técnicas de laboratorio y aparataje específico.

Son, por tanto, formas fisiológicas de expresar la intensidad del ejercicio las siguientes:

- Frecuencia cardiaca.
- Consumo de oxígeno.
- Equivalentes metabólicos (MET).
- Cociente respiratorio (R).

### 3.1. Frecuencia cardiaca

El número de latidos cardiacos aumenta de forma paralela a la intensidad del ejercicio. No se debe sobrepasar la frecuencia cardiaca máxima (220 - la edad).

### 3.2. Consumo de oxígeno

Estamos midiendo la contribución del sistema aerobio durante el ejercicio. Es una técnica muy utilizada para evaluar la intensidad con la que se realiza dicho ejercicio.

La medición más empleada es la del consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  máx), que es la cantidad máxima de oxígeno que se puede transportar a los músculos que trabajan y que es consumida por los mismos.

Para determinar el  $VO_2$  máx de un individuo se mide su consumo de oxígeno a medida que se va aumentando por fases la intensidad del ejercicio. Cuando el consumo de oxígeno deja de incrementarse significa que hemos alcanzado el consumo máximo. Se mide en litros/min.

Una forma muy utilizada de indicar la intensidad de un ejercicio es en función del porcentaje del  $VO_2$  máx.

$$\% VO_2 \text{ máx} = (VO_2 / VO_2 \text{ máx}) \times 100$$

$VO_2$  = consumo de oxígeno durante la prueba.

### 3.3. MET

Es una unidad usada para estimar la cantidad de oxígeno consumida por el cuerpo durante el ejercicio.

Un MET representa el consumo de oxígeno basal, es decir, el consumo de oxígeno de una persona sentada en reposo, y es igual a 3,5 ml de  $O_2$ /kg de peso corporal/minuto.

$$1 \text{ MET} = 1 \text{ kcal} \quad 1 \text{ kcal} = 0,78 \text{ MET}$$

A medida que aumenta la intensidad aumenta el número de MET usados.

Una actividad física que requiera un consumo de 3 o menos MET, como ducharse, vestirse, trabajar con ordenador, se considera una actividad ligera. Si el consumo está entre 3 y 6 MET la actividad pasa a ser moderada. Si el gasto es de entre 6-9 MET se considera activa o vigorosa, y todo lo que sea por encima de los 9 MET se considera como una actividad muy pesada o muy vigorosa.

### 3.4. Cociente Respiratorio (R)

*Es la relación entre los litros de  $O_2$  consumidos y los de  $CO_2$  producidos durante la realización de la actividad física. Nos da una idea del combustible (carbohidratos, grasa o proteína) que el organismo está utilizando en cada momento.*

El valor de R para los diferentes macronutrientes es el siguiente:

R = 1	Carbohidratos
R = 0,7	Grasas
R = 0,8	Proteína

En reposo el R tiene un valor de 0,85, lo que quiere decir que la grasa está contribuyendo en un 50-60% a las necesidades energéticas del individuo. Un valor mayor de R significa un uso preferencial de carbohidratos como combustible.

En función de los valores de estos parámetros fisiológicos podemos clasificar la intensidad de un ejercicio en los siguientes niveles (Tabla 27.2):

Los valores de esta tabla son para individuos normales y se verán influidos por el nivel de entrenamiento.

**Tabla 27.2.** Clasificación de un ejercicio en función de los valores fisiológicos.

	Aeróbico ligero	Aeróbico moderado	Aeróbico fuerte	Aeróbico intenso o máximo	Anaeróbico máximo
Frecuencia cardiaca.	70-100	100-120	130-150	160-180	> 180
ml $O_2$ /kg/min.	3,5-10	10-20	25-31	33-38	> 40
% $VO_2$ máx.	< 20	20-40	50-60	65-75	> 80
MET.	< 3	3-6	7-9	10-11	> 12

## 4. DEPÓSITOS ENERGÉTICOS DEL CUERPO HUMANO

Como indicamos anteriormente, la cantidad total de ATP almacenada en el cuerpo es pequeña, lo que hace necesario estar formándolo constantemente a partir de los nutrientes energéticos que están almacenados en el cuerpo. Estas reservas del organismo en forma de carbohidratos, grasas y proteínas pueden proporcionar grandes cantidades de ATP, suficientes hasta para varias semanas de ayuno (González Gallego *et al.*, 2006).

En la Tabla 27.3 se dan unas estimaciones de la cantidad de energía que se almacena en el cuerpo humano como ATP-PC y en forma de carbohidratos, grasa y proteína.

Como se puede observar, los depósitos de carbohidratos son limitados. La mayor parte de la energía que se almacena en el organismo lo hace en forma de grasa.

**Tabla 27.3** Depósitos energéticos del cuerpo humano.

Fuente de energía	Almacén
Glucosa en sangre.	15-20 g
Glucógeno hepático.	70-80 g
Glucógeno muscular.	250-350 g
Proteína en sangre.	40-50 g
Proteína muscular.	7,5 kg
Ácidos grasos libres en sangre.	0,5-1 g
TG en sangre.	7,5 g
TG musculares.	0,5 kg
TG en tejido adiposo.	10-20 kg

Triglicéridos (TG)

En forma de glucógeno-glucosa tenemos un total de 335-450 g. Si admitimos teóricamente la total utilización de este tipo de sustrato, se obtendrían entre 1.340-1.800 kcal y 71-95 moles de ATP.

Si consideramos las reservas de ácidos grasos en forma de TG presentes en tejido adiposo y otros tejidos podemos comprobar que la reserva energética es mucho mayor.

TG en sangre (7,5 g) + TG musculares (0,5 kg) + TG en tejido adiposo (15 kg) = 23 kg.

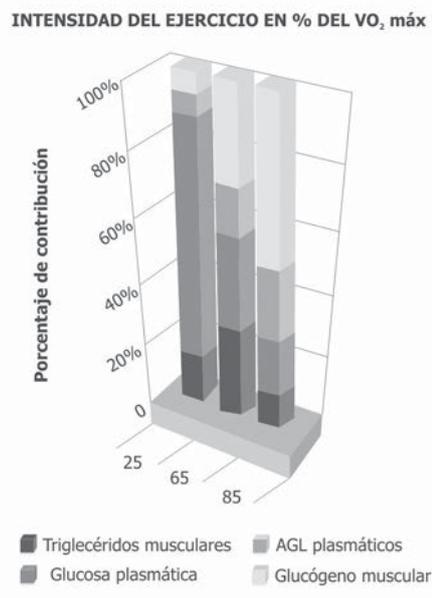
23.000 g de grasa x 9 kcal/g nos da aproximadamente unas 200.000 kcal suficientes para recorrer marchando entre 1.000 y 2.000 km sin repostar.

### 4.1. Utilización de los depósitos de carbohidratos durante el ejercicio

Los carbohidratos se almacenan principalmente como glucógeno hepático y muscular. Los depósitos musculares proporcionan una fuente directa de carbohidratos para el metabolismo energético muscular, mientras que los depósitos hepáticos los utiliza el organismo para mantener la glucemia. Si la glucosa plasmática baja, se produce glucogenolisis hepática y se libera glucosa a la sangre. Esta glucosa puede ser, en parte, utilizada por el músculo (McArdle *et al.*, 2005).

El músculo utiliza durante el ejercicio glucógeno muscular y glucosa plasmática. La contribución relativa de cada uno de estos combustibles depende de la intensidad y duración del ejercicio.

En ejercicios de muy baja intensidad se gasta más glucosa que glucógeno, mientras que en ejercicios de alta intensidad se utiliza sobre todo el glucógeno. Ahora bien, transcurrida una hora los niveles de glucógeno están muy disminuidos y empieza a aumentar progresivamente la utilización de la glucosa sanguínea como combustible (Figura 27.1).



**Figura 27.1.** Contribución de distintos combustibles en función de la intensidad del ejercicio.

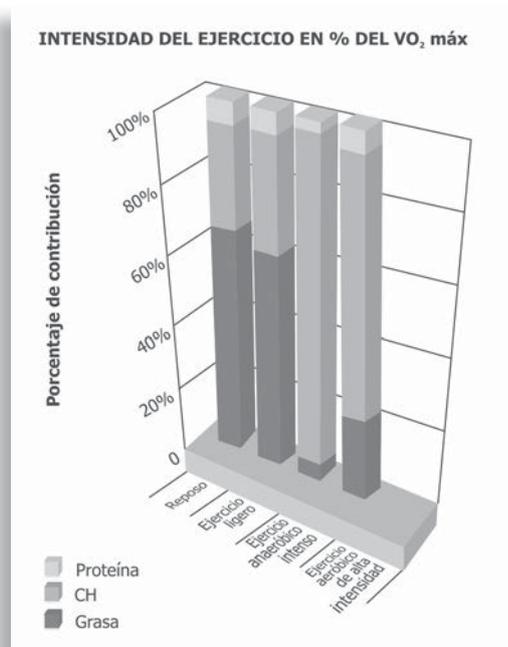
### 4.2. Utilización de los depósitos de grasa durante el ejercicio

Cuando la ingesta de energía es superior al gasto, los excedentes se almacenan en forma de grasa (triglicéridos).

céridos) en el tejido adiposo y también se almacenan pequeñas cantidades en las células musculares.

El factor que determina que se use grasa como combustible es que esté disponible para la célula muscular. Para ello, los triglicéridos (TG) tienen que ser hidrolizados a ácidos grasos libres (AGL) y glicerol. Estos AGL pueden ser convertidos en acetilCoA y entrar en el ciclo de Krebs.

La fuente de grasa utilizada varía en función de la intensidad y duración del ejercicio, así los AGL son la fuente principal de grasa durante el ejercicio de baja intensidad. A intensidades más altas empieza a incrementar el uso de los TG, igualándose al de AGL (Figura 27.2).



**Figura 27.2.** Contribución porcentual de los carbohidratos, grasa y proteína a las demandas energéticas de ejercicios de distinta intensidad.

La duración del ejercicio también modifica el uso por el músculo de estos combustibles, con el tiempo la contribución de los AGL se hace mucho mayor.

#### 4.3. Utilización de los depósitos de proteína durante el ejercicio

La contribución como combustible de la proteína al ejercicio es limitada ya que el papel más importante de la proteína es suministrar aminoácidos para la síntesis proteica diaria.

Las investigaciones científicas en este campo ponen de manifiesto que hay un pequeño incremento

del catabolismo proteico (degradación de la proteína muscular) durante los ejercicios de resistencia (larga duración), que se refleja en un ligero incremento del nitrógeno urinario, siempre y cuando el aporte calórico y de carbohidratos sea el correcto.

En este tipo de ejercicios, si el aporte de carbohidratos en la dieta es bajo, incrementa mucho más la utilización de la proteína como combustible.

En general, en respuesta a ejercicios aeróbicos intensos de larga duración, la contribución de la proteína a las demandas de energética llega al 8%, es decir, la proteína llega a suministrar un 8% de la energía necesaria para realizar dicho ejercicio.

Esto se traduce en que hay un mayor catabolismo de proteínas endógenas y se oxidan aminoácidos ramificados. Las transaminasas de los aminoácidos ramificados (valina, leucina o isoleucina) se encuentran en el músculo esquelético y no en el hígado, por eso el músculo puede metabolizarlos. De hecho, durante el ejercicio aumenta el flujo de estos aminoácidos desde el hígado al músculo.

## 5. OBTENCIÓN DE ENERGÍA POR EL MÚSCULO: SISTEMAS ENERGÉTICOS DEL CUERPO HUMANO

El hombre realiza muchas actividades que tienen requerimientos muy específicos y muy diferentes de energía (ATP).

Hay actividades que requieren mucho ATP, como una etapa ciclista, y otras poco, como un salto de altura. En otros casos lo que es diferente es la velocidad a la que se necesita que se aporte el ATP que en unos casos es muy alta (100 m lisos) y en otros no (caminar).

La energía para obtener ese ATP proviene de tres tipos de reacciones químicas que se producen en el cuerpo. Dos de ellas dependen de los alimentos que comemos, en tanto que la otra depende de la PC que está almacenado en el músculo. Estos sistemas energéticos son: sistema ATP-PC, sistema del ácido láctico y sistema aeróbico (González Gallego *et al.*, 2005).

### 5.1. Sistema ATP-PC

También se le conoce como sistema de fosfágenos. Está formado por el ATP y la fosfocreatina almacenada en el músculo.

La PC es un compuesto fosfatado rico en energía vinculado con el ATP. La PC, cuando rompe su enlace de fosfato, libera una cantidad de energía que se acopla con la resíntesis del ATP que se ha ido gastando.

Aunque la formación de ATP es muy rápida, la cantidad de ATP que se puede formar por este mecanismo es muy limitada y sólo da para realizar ejercicios intensos que duren pocos segundos.

En una prueba de 100 metros lisos agotaríamos las reservas de fosfágenos.

La utilidad de este sistema reside en la rápida disponibilidad de la energía. El uso de este sistema, al comenzar una actividad contráctil, proporciona los segundos necesarios para que las otras vías multienzimáticas más lentas (sistema del ácido láctico y aeróbico) se pongan en marcha.

### 5.2. Sistema del ácido láctico

Aporta ATP a una velocidad menor que la del sistema anterior. La elaboración de ATP se hace a expensas de la descomposición del glucógeno por el proceso de la glucólisis anaeróbica.

No utiliza grasa ni proteína como combustible.

Este sistema energético se utiliza en deportes de alta intensidad y de 1-2 min de duración.

Uno de los productos finales de esta vía es el ácido láctico, que cuando se acumula en músculo y sangre interfiere el proceso de contracción muscular y produce una fatiga temprana transitoria. Por lo tanto, la producción de láctico es el factor limitante en la utilización de este sistema energético.

### 5.3. Sistema aeróbico o sistema del oxígeno

En este sistema la producción de energía se hace a partir de la oxidación en la mitocondria de carbohidratos, grasa o proteínas. Los subproductos de este proceso son el CO<sub>2</sub> y el H<sub>2</sub>O.

Las ventajas que tiene este sistema es que se puede elaborar una gran cantidad de ATP, ya que algunos almacenes energéticos como los de grasa son muy abundantes.

Los productos finales formados, CO<sub>2</sub> y el H<sub>2</sub>O, no interfieren con el rendimiento físico. El CO<sub>2</sub> producido difunde libremente y llega por sangre a los pulmones que lo eliminan. El H<sub>2</sub>O formado es útil ya que mantiene a la célula hidratada.

Los combustibles más utilizados por este sistema son carbohidratos y grasa, estos combustibles tienen distinto rendimiento.

Como se observa en la Figura 27.3, la disponibilidad potencial de ATP a partir de la oxidación de ácidos grasos es superior; ahora bien, se requiere mas oxígeno para obtener un mol de ATP. Por tanto, para obtener la misma cantidad de ATP habría que aumentar la intensidad relativa del ejercicio (% de VO<sub>2</sub> máx) si se usa grasa como combustible.

RENDIMIENTO DE LOS SUSTRATOS ENERGÉTICOS		
	Kcal	moles ATP
1 mol de palmítico	2,436	129
1 mol de glucosa	648	38
OXÍGENO CONSUMIDO		
2 g de palmítico	18 litros	1
5 g de glucosa	20 litros	1

Figura 27.3. Rendimiento en kcal y ATP de carbohidratos y grasa.

### 5.4. Clasificación de los sistemas energéticos

Los sistemas energéticos vistos pueden ser clasificados de acuerdo con dos importantes características, que son poder y capacidad.

Poder: velocidad a la que es capaz de suministrarle ATP al músculo.

Capacidad: cantidad de ATP que es capaz de proporcionar (independientemente de la velocidad).

De acuerdo con el “poder”, la clasificación sería: 1) ATP-PC; 2) sistema ácido láctico y 3) sistema aeróbico. De acuerdo con la “capacidad” sería justo al revés.

## 6. LA DIETA DEL DEPORTISTA

Como dijimos en el capítulo anterior, el hombre necesita alimentarse, comer para vivir, pero no comer cualquier cosa. Hoy día sabemos que el desarrollo intelectual y físico, la prevención de enfermedades, el estado de salud, las expectativas de vida y la calidad de la misma están muy influenciados por la dieta. Por tanto, la dieta va a tener una influencia fundamental sobre nuestra forma física, sobre la asimilación del

**Tabla 27.4.** Principales características de los sistemas energéticos.

Sistemas energéticos	Vía de producción de ATP	Combustible	Velocidad de producción de ATP	Capacidad de producción de ATP
ATP-PC.	Anaeróbica.	Fosfágenos.	Alta.	Muy baja.
Ácido láctico.	Anaeróbica.	Glucógeno.	Media.	Baja.
Aeróbico.	Aeróbica.	Glucógeno, grasa y proteína.	Baja.	Muy alta.

entrenamiento y sobre el rendimiento en competición (Manare *et al.*, 2000).

Existe una creencia generalizada de que los deportistas necesitan dietas especiales, es decir, que tienen unas necesidades nutricionales diferentes. Esto no es nuevo, la dieta del deportista se viene discutiendo desde la antigüedad.

Realmente la gran diferencia entre una persona deportista o activa y una sedentaria es que la primera tiene un gasto calórico mucho más elevado ya que la actividad física es el efecto termogénico más potente y por ello los ingresos calóricos a través de la dieta tendrán que ser mayores. Necesita comer más pero no comer diferente. Un trabajador portuario o del campo tiene una actividad física elevada debido a su trabajo y nadie se plantea que necesite dietas especiales.

Hoy día se sigue discutiendo sobre, ¿cómo debe ser la dieta de un deportista? ¿cuáles son sus requerimientos nutricionales? ¿cómo se puede mejorar el rendimiento mediante la ingestión de alimentos específicos o mediante pautas dietéticas determinadas?

Estas preguntas nos llevan a distinguir entre lo que es la dieta diaria de un deportista o dieta de entrenamiento, lo que son dietas especiales que usadas de forma puntual pueden mejorar el rendimiento y lo que es la comida anterior a la prueba o dieta de precompetición.

## 6.1. Dieta de entrenamiento

Sería la dieta diaria de un deportista en las épocas que no compite y sólo entrena y/o trabaja. Las investigaciones sobre nutrición y actividad física parecen indicar que los deportistas no necesitan nutrientes adicionales a los que obtienen a través de la ingesta regular de una dieta bien balanceada. Este principio sirve también para todas aquellas personas que se ejercitan regularmente con el objetivo de mantenerse en forma.

Estamos diciendo que lo único que se necesita es una dieta equilibrada similar a la que se recomienda para otro ciudadano cualquiera con la salvedad de que

el individuo activo consumirá mayores cantidades de estos alimentos para hacer frente a su mayor gasto calórico.

Esta dieta debe estar planificada de acuerdo con los objetivos nutricionales para la población española y la pirámide de la alimentación saludable.

Estamos hablando de una dieta en la que se corrijan los malos hábitos nutricionales propios de nuestra sociedad industrializada, como son: bajo consumo de carbohidratos especialmente complejos y alto consumo de grasa saturada y de proteína.

Esta dieta que cubre las necesidades cualitativas y cuantitativas de los individuos debe tener por tanto el siguiente equilibrio entre nutrientes:

Carbohidratos	55% de las calorías totales ingeridas.
Grasa	33% de las calorías totales ingeridas.
Proteína	12% de las calorías totales ingeridas.

Quizás la única diferencia en cuanto a requerimientos entre una persona normal y un deportista es que este último tiene unas necesidades de proteína ligeramente más altas, aunque no tanto como muchos, que toman todo tipo de suplementos proteicos, creen.

Estas necesidades proteicas más altas solamente las tendría durante los periodos de fuerte entrenamiento y sólo en esa etapa.

Mientras que la ingesta recomendada de proteína para una persona normal es de 0,8-1g/kg/día, para los deportistas que entrenan con regularidad, ya sean de fuerza como de resistencia, se recomiendan unas ingestas más elevadas.

Este incremento en las necesidades va a ser dependiente del tipo de entrenamiento:

- Fuerza.
- Resistencia.

Si el entrenamiento es en fuerza se recomiendan las siguientes cantidades:

- 0,9 g/kg/día para mantenimiento.
- 1,4-1,6 g/kg/día para hipertrofia y aumentar la masa muscular y por lo tanto la fuerza.

Si el entrenamiento es en resistencia se recomiendan las siguientes cantidades:

- 0,8 g/kg/día para la realización de ejercicio aeróbico suave o moderado.
- 1,2-1,4 g/kg/día para la realización de ejercicio aeróbico de alta intensidad.

En el primer caso (fuerza) el aumento en las necesidades de proteína sería para hacer frente a la hipertrofia (anabolismo proteico).

En el segundo caso (resistencia) esa proteína extra se utilizaría con fines energéticos y para la gluconeogénesis hepática. Como hemos visto antes, la utilización de proteína como combustible aumenta ligeramente cuando se realiza un ejercicio aeróbico de alta intensidad (Figura 27.3).

Como dijimos en el apartado anterior, la dieta normal de los españoles se caracteriza porque la proteína aporta un 15% de las kcal ingeridas.

Vamos a poner un ejemplo para ver qué supone ese porcentaje en g de proteína/kg de peso corporal/día para un individuo de 75 kg, cuando está sin entrenar y tiene un gasto diario de 2.000 kcal y cuando está con fuertes periodos de entrenamiento y su gasto es de 3.000 ó 4.000 kcal/día:

$$1\text{g de proteína} = 4\text{ kcal}$$

Ingesta calórica día.	2.000	3.000	4.000
15% de las kcal.	300	450	600
Gramos de proteína.	75	112	150
Gramos/kg de peso.	1	1,5	2

Estas cantidades de proteína cubren las necesidades máximas de un atleta y por tanto no es necesario ningún tipo de suplementación.

Incluso para hipertrofiar, la cantidad de proteína extra que se necesita es mucho menor de lo que se piensa.

Supongamos una gran hipertrofia muscular:

1/2 kg de masa muscular por semana = 2 kg/mes.

Estos 500 g de proteína contienen: 70% agua, 7% lípidos y 23% proteína.

El 23% de 500 g = 110 g; 110 g/semana = 16 g/día.

Teniendo en cuenta la digestibilidad y la calidad de la proteína se necesitaría un aporte diario extra de 18 g para hipertrofiar ese medio kilo de músculo por semana.

Hay que puntualizar que es una hipertrofia desmesurada y poco realista pero a pesar de ello la cantidad extra de proteína que hay que ingerir cada día es pequeña.

Otra cosa que no hay que olvidar es que estos periodos de hipertrofia son limitados.

Por tanto, la dieta de entrenamiento de un deportista no se diferencia de la de una persona normal ligeramente activa, con la salvedad de que la ingesta diaria de alimentos será mucho mayor al serlo su gasto calórico. Una mayor ingesta de esos platos que constituyen su dieta supone que toma más cantidad de todas las vitaminas y minerales incluidos en los mismos.

## 6.2. Pautas dietéticas específicas para mejora del rendimiento deportivo

Existen pautas dietéticas que, aplicadas antes de la prueba, durante la prueba o entre pruebas, pueden aumentar el rendimiento en la misma.

Las pruebas en las que la dieta tiene una mayor influencia son las pruebas aeróbicas de larga duración y alta intensidad ya que en éstas el músculo utiliza glucógeno como combustible y los depósitos musculares de glucógeno son limitados (Villa *et al.*, 2000).

### 6.2.1. Carga de glucógeno

Hoy día sabemos que una pauta dietética que aumente los depósitos de glucógeno tendrá como resultado, no que el individuo corra o pedalee más rápido, sino que pueda mantener la zancada o la pedaldada durante más tiempo.

La relación entre proporción de carbohidratos en la dieta, almacenamiento muscular de glucógeno y resistencia hasta el agotamiento fue puesta de manifiesto por investigadores escandinavos (Bergstrom *et al.*, 1967).

Se realizó un experimento con seis deportistas siguiendo el patrón de la Figura 27.4:

El primer día realizaban un ejercicio agotador para gastar los depósitos de glucógeno muscular y se les tomaba una biopsia para comprobar que efectivamente estaban agotados. A continuación y durante tres días siguientes los deportistas tomaban una dieta mixta (su dieta habitual normal). Al final de los tres días se les tomaba una biopsia muscular para medir el glucógeno almacenado en el músculo durante esos tres días y realizaban una prueba (midiendo el tiempo) en bicicleta ergométrica hasta el agotamiento al 75% del  $\text{VO}_2$  máx. Durante los tres días siguientes tomaban una dieta baja en carbohidratos y se volvía a hacer al final la biopsia y la prueba hasta el agotamiento. Finalmente los últimos tres días tomaban una

dieta rica en carbohidratos y se hacía una nueva biopsia, y otra vez la prueba en bicicleta ergométrica.

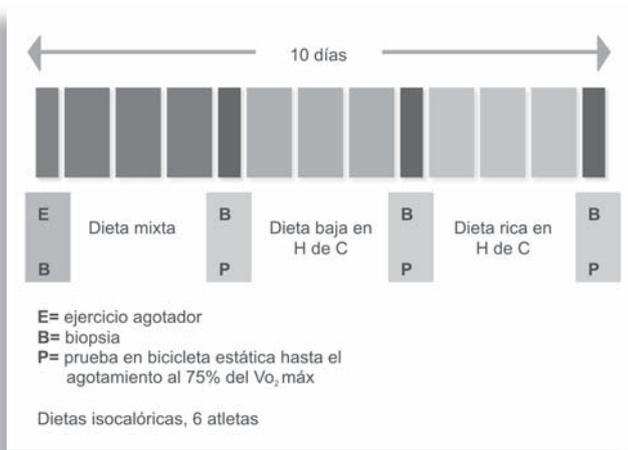


Figura 27.4. Desarrollo temporal del experimento.

Los resultados de este experimento se indican en la Tabla 27.5, en la que se puede observar que a medida que aumenta la cantidad de glucógeno muscular el tiempo hasta el agotamiento es mayor y además que la cantidad de glucógeno almacenado dependía de la cantidad de carbohidratos ingeridos con la dieta.

Tabla 27.5. Resultados de la relación entre % de carbohidratos en la dieta, almacenamiento muscular de glucógeno y resistencia hasta el agotamiento.

Dieta	Contenido en glucógeno (g/100 g de tejido fresco)	Agotamiento (min)
Mixta.	1,75	113
Baja en carbohidratos.	0,63	56
Alta en carbohidratos.	3,31	166

Estos y otros experimentos similares fueron la base de la pauta dietética que hoy se conoce como carga de glucógeno o de carbohidratos y que un principio se le llamó régimen disociado escandinavo.

Con las cargas de glucógeno se consigue que el músculo almacene más glucógeno y por tanto le permite una mayor autonomía a una intensidad dada.

Las cargas de glucógeno se realizan en la actualidad siguiendo el esquema de la Figura 27.5.

Como se puede observar en la Figura 27.5 consiste en ir reduciendo el tiempo de entrenamiento de 90 min a 40 min y finalmente a reposo durante la semana anterior a la prueba y al mismo tiempo se

pasa de una dieta con un 50% de carbohidratos (dieta con 350 g de carbohidratos/día), que se ingiere los tres primeros días, a una del 70% (dieta con 550-600 g de carbohidratos/día) durante los otros tres días anteriores a la prueba.

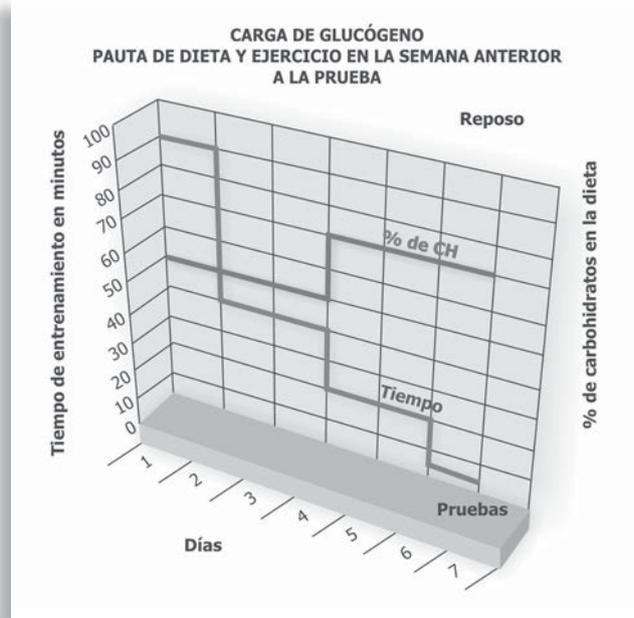


Figura 27.5. Desarrollo de una carga de glucógeno.

En estas dietas con un 70% de carbohidratos (en peso), este macronutriente suele aportar un 60% de las kcal totales ingeridas.

Un ejemplo de dietas para corredores de largas distancias y triatletas podría ser el siguiente:

Ingesta calórica	Proteína		Lípidos		Carbohidratos	
	g	% kcal totales	g	% kcal totales	g	% kcal totales
3260	114	14	116	32	440	54%
4000	120	11,5	132	28,5	627	60

### 6.2.2. Recuperación de los depósitos de glucógeno

Cuando las pruebas o entrenamientos intensos se repiten al día siguiente o a los pocos días es importante recuperar los depósitos de glucógeno. La reposición del glucógeno depende:

- De la composición de la dieta.
- Del momento de la administración.
- De la cantidad.

Las reservas de glucógeno se agotan a las dos horas de ejercicio intenso y hay que reponerlas. La velocidad de reposición y la cantidad almacenada dependen de la composición de la dieta. Como ya vimos en la Tabla 27.5, las dietas ricas en carbohidratos son las que producen un mayor almacén de glucógeno muscular, pero además con estas dietas también se produce una mayor velocidad de almacenamiento sobre todo si los carbohidratos se administran durante las dos primeras horas posteriores a la prueba o ejercicio (Williams, 2003).

Se ha visto que cuando los carbohidratos (2g/kg de peso) se ingieren en las dos horas posteriores al ejercicio los músculos se cargan de glucógeno mucho mejor que si se tarda más de dos horas en tomarlos.

Los resultados experimentales han puesto de manifiesto que:

Se repone una cantidad muy pequeña de glucógeno cuando no se ingieren carbohidratos en la dieta o cuando la dieta es muy pobre en ellos.

Para que la reposición sea completa se requiere una dieta rica en carbohidratos.

Con esta dieta la recuperación de los depósitos es sumamente rápida en las diez horas siguientes, especialmente si se tiene en cuenta lo dicho con anterioridad sobre las dos horas posteriores a la prueba.

Aun con una dieta rica en carbohidratos se requieren unas 46 horas para que la recuperación sea completa.

La cantidad de carbohidratos en la dieta también es un factor importante. En general, se podría decir que a medida que aumenta la cantidad de carbohidratos en la dieta aumenta también el glucógeno presintetizado.

La cantidad máxima ideal es de 600 g/día, es decir, 2.400 kcal de la dieta las aportarían los carbohidratos. A partir de esta cantidad se obtiene una meseta en la cantidad de glucógeno sintetizado.

Por último, decir que incluso haciendo una carga de glucógeno en pruebas como la maratón, la cantidad de glucógeno almacenado no llega para las más de dos horas que lleva terminarla, por eso es importante tomar carbohidratos en forma de bebida azucarada durante la realización de la misma.

Son factores limitantes del rendimiento físico la deshidratación, la hipoglucemia y agotamiento del glucógeno muscular. La toma de bebidas azucaradas durante la realización de la prueba retrasa la aparición de la fatiga al rehidratar, ayudar al mantenimiento de la glucemia y retrasar el agotamiento de los depósitos musculares de glucógeno.

#### *Características de la bebida azucarada ideal:*

- Que ejerza la menor presión osmótica posible para una concentración dada de la bebida ingerida.
- Que sea un estímulo débil para la insulina.
- Disponibilidad rápida para que el azúcar sea oxidado por el músculo.

En función de lo dicho, los trabajos científicos parecen indicar que lo mejor es una bebida al 20% peso/volumen que contenga 15% de fructosa y 85% de maltodextrina.

### **6.2.3. Otras ayudas nutricionales**

En pruebas de alta intensidad y corta duración como un lanzamiento de peso, una carrera de 100 m lisos, un salto de altura, etc., el sistema energético que se utiliza es ATP-PC. Se gasta la pequeña cantidad de fosfágenos almacenada en el músculo. No hay ninguna dieta especial que aumente la cantidad de ATP-PC almacenada en el músculo, aunque sí se consigue alguna mejora tomando suplementos de creatina según el esquema que se indica en el apartado de ayudas ergogénicas.

En pruebas en las que se utiliza el sistema anaeróbico el factor limitante no es el glucógeno almacenado en el músculo sino la producción de láctico, que como dijimos anteriormente produce fatiga temprana. Por tanto, no necesitamos una dieta especial ya que ésta no tiene nada que aportar para mejorar este problema.

La investigación en este campo indica que lo único que se puede tomar para mejorar el rendimiento en estos casos son sales alcalinas para paliar la acidosis muscular debida a la producción de láctico.

La cantidad, tipo de estas sales y su forma de administración se indica en el apartado de ayudas ergogénicas.

### **6.3. La dieta de precompetición**

Se le llama dieta de precompetición a la comida anterior al desarrollo de la prueba.

Durante el periodo de preparación o entrenamiento para prepararse para la prueba en la que se va a competir es necesario tener una dieta correcta o dieta de entrenamiento; ahora bien, también es fundamental la comida anterior a dicha prueba ya que si no es correcta puede echar al traste los meses de preparación.

Esta comida tiene que cumplir unos requisitos en cuanto a composición y tiempo de administración para lograr sus objetivos, que son:

- Procurar la hidratación adecuada.
- Mantener al máximo los depósitos de glucógeno.
- Evitar la sensación de hambre.
- Evitar posibles problemas gastrointestinales que pueden afectar la forma física.

Dar confianza (la dieta debe contener alimentos familiares para el deportista para que no le cree problemas psicológicos de intranquilidad).

Al participar en pruebas en distintos países es esencial evitar la ingestión de alimentos o comidas desconocidas condimentadas de forma diferente que pueden acarrear problemas gastrointestinales.

Se recomienda una comida que aporte entre 500 y 1.000 kcal y que contenga unos 5 g/kg de peso corporal de carbohidratos complejos (pan, pasta, cereales para el desayuno, etc.).

Las cantidades de grasa y proteína serían las normales, deben aportar un 33% y 12% respectivamente de las kcal totales ingeridas.

Por último, indicar que no debemos realizar esa comida momentos antes de la prueba, para evitar que la ansiedad y la tensión emocional puedan producir náuseas o indigestión. También debemos procurar que la prueba no nos pille haciendo la digestión de esta comida, para evitar una competencia entre la región esplácnica y el músculo por el riego sanguíneo. Se aconseja entre dos y tres horas entre la comida y el comienzo de la prueba.

## 7. MICRONUTRIENTES

La ingesta de micronutrientes por la población, independientemente de su actividad física, es necesaria para un estado de salud óptimo y, en consecuencia, para el desarrollo pleno de sus capacidades físicas y mentales. Sin embargo, se ha argumentado que en personas con una actividad física más intensa, como ocurre en deportistas, las necesidades de estos micronutrientes son más elevadas que en individuos sedentarios o poco activos en función de una serie de argumentaciones relacionadas con la función de estos nutrientes en distintas funciones corporales.

En este apartado estudiaremos los diferentes micronutrientes, minerales y vitaminas, sus necesidades nutricionales e ingestas recomendadas y su papel en los deportistas. En este sentido, expondremos su posible papel como ayudas ergogénicas nutricionales, es decir, como nutrientes o componentes alimentarios que, ingeridos en cantidades diferentes a las recomendadas para la población en general, o administrados

por otras vías, diferentes a la vía oral, pueden mejorar el rendimiento físico-deportivo (González Gallego y Villa, 1998).

### 7.1. Minerales

El uso de algunos minerales en deportistas se justifica en función de posibles acciones que mejorarían el rendimiento físico, como una disminución de la fatiga muscular, un aumento de la masa muscular y un incremento en la producción de energía.

Los minerales intervienen en distintas funciones corporales que se relacionan con su potencial ergogénico. Así, algunos de ellos determinan la dureza ósea, y por tanto aseguran el soporte esquelético a la masa muscular (calcio, fósforo principalmente), otros actúan como cofactores en distintos sistemas enzimáticos (zinc, cobre, selenio, etc.), algunos son imprescindibles para el transporte sanguíneo de oxígeno (hierro y cobre), otros para la actividad eléctrica de fibras nerviosas y para una contracción muscular esquelética adecuada (magnesio y calcio), intervienen en el ritmo del corazón, y por tanto en el gasto cardiaco (potasio, magnesio, calcio) y en el mantenimiento del pH sanguíneo (sodio, potasio, bicarbonato, fosfato). El correcto desarrollo de estas funciones es imprescindible para una salud óptima y en consecuencia para un rendimiento físico, igualmente óptimo.

De entre los aproximadamente 90 elementos minerales que se encuentran en la naturaleza, unos 22 parecen ser esenciales para el ser humano, éstos son necesarios para el organismo y se deben ingerir en la dieta en cantidades determinadas por las ingestas recomendadas. Se pueden clasificar en:

1. *Macroelementos*. Aquellos que están en una proporción mayor del 0,01% del peso corporal y que deben ingerirse en cantidades mayores de 100 mg/día. Entre ellos tenemos calcio (Ca), magnesio (Mg), fósforo (P) y azufre (S), (que se ingiere con los aminoácidos que componen las proteínas, y que no se incluye como mineral), y los llamados electrolitos, como el sodio (Na), potasio (K) y cloro (Cl), además del Magnesio, sulfato y fosfato. Son aquellos que están implicados en el equilibrio iónico y osmótico y en los gradientes eléctricos, y por tanto, en la regulación del volumen y composición de los líquidos corporales.
2. *Microelementos u oligoelementos*. Son aquellos que están en una proporción menor del 0,01%

del peso corporal. Se pueden subdividir en dos grupos:

- a) Elementos traza que se necesitan en cantidades que oscilan entre 1 y 100 mg/día y que incluyen el hierro (Fe), zinc (Zn), manganeso (Mn), cobre (Cu) y flúor (F).
- b) Elementos ultratrazas que deben ingerirse en cantidades inferiores a 1 mg/día. En ese grupo están el selenio (Se), molibdeno (Mo), yodo (I), cromo (Cr), boro (B) y cobalto (Co).

Hay algunos otros para los que se ha propuesto una participación en algunas funciones animales, pero que no hay nada demostrado en el hombre, como arsénico (As), vanadio (V), níquel (Ni) y silicio (Si).

De todos ellos, los que en algún momento se han relacionado con la actividad física son: Ca, Mg y P, como macroelementos, y Fe, Zn, Cu, Se, Cr y B, como microelementos.

La utilización de los minerales como ayudas ergogénicas para deportistas puede enfocarse desde dos puntos de vista, bien aceptando que la deficiencia en uno o varios de esos elementos puede disminuir el rendimiento físico, por ejemplo una anemia ferropénica, sin que haya un incremento en las necesidades corporales, o bien que la suplementación de la dieta con el mineral, en deportistas con un estatus mineral adecuado, puede mejorar ese rendimiento.

Los estudios disponibles nos hablan de que en deportistas las bajas ingestas de minerales, que pueden ser marginales y determinar un bajo estatus del mismo y por tanto afectar al rendimiento deportivo, sólo afectan a pocos elementos. Así, en deportistas masculinos sólo afectaría al Zn, en femeninos estarían afectados calcio y hierro y en atletas con control de peso (gimnastas, luchadores, etc.) las bajas ingestas afectarían a calcio, hierro, magnesio y zinc. De acuerdo con lo anterior, antes de determinar el uso de suplementos minerales a deportistas deberíamos estudiar su estatus mineral, y si es correcto y las ingestas son adecuadas, investigar si el suplemento con uno o varios de ellos mejora ese rendimiento.

#### *Determinación del estatus mineral*

Existen numerosas técnicas para determinar el estatus mineral. De forma general podemos clasificarlas en directas e indirectas. Las indirectas se basan en el análisis de la dieta de los deportistas mediante técnicas de registro o de recuerdos (véase el Capítulo, 28 de evaluación nutricional). Estas técnicas indirectas tienen varios problemas que hacen, en ocasiones, difícilmente interpretables los resultados de ingesta,

debido a la aparición de factores de confusión o error. Así, por ejemplo, la biodisponibilidad de un elemento puede ser modificada por la ingesta de otros elementos, nutrientes o componentes alimentarios. Por ejemplo, la absorción de Ca puede afectarse por la cantidad de proteína o de P en la dieta. Otro factor que afecta los valores de ingesta es la presencia de valores perdidos de ese mineral en la base de datos de composición de alimentos que estamos utilizando. También las fuentes de error provienen de dificultades en la aplicación de los registros de ingesta y la comparación con ingestas recomendadas cambiantes.

Los métodos directos utilizan la determinación de cada mineral en tejidos y fluidos corporales. Para cada mineral existen técnicas específicas.

Para el Ca la técnica de determinación del estatus nutricional es la densidad ósea. Para el Mg existen varias, como los niveles séricos y urinarios, aunque en situaciones de actividad física no son muy fiables ya que este electrolito con el ejercicio físico se mueve entre los compartimentos extracelulares e intracelulares y pueden mostrar niveles que no reflejan la realidad. Uno de los métodos más fiables: para este mineral es la excreción renal tras una carga por vía endovenosa. Los niveles en pelo y séricos de Zn no son demasiado fiables el primero porque se afecta por muchos factores (color, longitud, etc.) y el segundo por la movilidad del elemento entre la sangre y distintos tejidos. Por ello se utilizan técnicas de actividad de enzimas en los que participa el Zn, como la fosfatasa alcalina en neutrófilos.

Para el Cu también se utilizan en la determinación del estatus los niveles séricos y el contenido en el pelo, aunque, de nuevo, es más fiable la actividad superóxido dismutasa (SOD) o la ceruloplasmina en sangre. Para el selenio los niveles sanguíneos y la actividad glutatión peroxidasa en plaquetas son los dos métodos más utilizados. En el caso del Cr la determinación de los niveles urinarios y plasmáticos son los más frecuentemente utilizados. Para este elemento, los niveles plasmáticos pueden estar influenciados por el contenido en hidratos de carbono de la dieta que determinan la liberación de insulina.

El estatus en hierro se estima mediante la determinación de un gran número de parámetros, entre los que podemos citar la ferritina, transferrina, protoporfirina y el más común, la hemoglobina. Sin embargo, el método que da resultados más exactos, aunque se aplica poco por su carácter invasivo, es la determinación de los depósitos de hierro en una biopsia de médula ósea.

En los siguientes párrafos vamos a hacer un recorrido por aquellos minerales que parecen tener mayor relación con el rendimiento físico y establecer si la suplementación tiene algún efecto sobre dicho rendimiento.

**Calcio.** Este elemento se relacionó con la actividad física en relación con la densidad ósea y las fracturas de estrés. También se describió que los suplementos dietéticos de gluconato cálcico prevenían el incremento en el volumen plasmático que se producía en los entrenamientos a principio de temporada. Asimismo, la relación entre absorción de calcio y ejercicio físico en mujeres postmenopáusicas y su relación con la osteoporosis es conocida. En cualquier caso, parece que para un rendimiento físico óptimo sólo es necesario un estatus adecuado de este mineral y que los suplementos dietéticos no lo mejoran.

**Magnesio.** El Mg es un mineral que, con el ejercicio, tiene una redistribución entre distintos compartimentos corporales, siendo importante sus niveles musculares. Se sabe que el ejercicio extenuante y en clima cálido puede disminuir los almacenes de este mineral en el músculo por una alta pérdida por sudor, lo que precipita la aparición de calambres musculares. En este sentido, para deportistas que realicen pruebas que duren más de cuatro horas en un ambiente cálido se recomienda que tomen un suplemento oral de magnesio o alimentos ricos en él.

**Zinc.** Este elemento tiene también pérdidas por sudor y orina a considerar, sin embargo, no existen pruebas científicas que apoyen la suplementación de deportistas.

**Fósforo.** El fósforo es un mineral muy relacionado con la producción de energía y, por tanto, con la actividad física. Forma parte de moléculas tan claves como el ATP o la fosfocreatina y tiene un papel importante en la activación de vitaminas del grupo B. Existen pruebas de que la suplementación con fosfatos (1 g/día cuatro veces al día durante tres-seis días) tienen un efecto ergogénico incrementando el contenido eritrocitario de 2,3 difosfoglicerato, favoreciendo la cesión muscular de oxígeno y la VO<sub>2</sub> máx, disminuyendo los niveles de lactato. Es importante hacer notar que los suplementos orgánicos de fósforo (lecitinas) son inefectivos como ergogénicos.

**Hierro.** El Fe es un elemento clave en el transporte sanguíneo de oxígeno. Además, en deportistas se han descrito, frecuentemente, situaciones de déficit de Fe, por baja ingesta o por pérdidas corporales incrementadas (anemia del deportista). Las pruebas disponibles

hasta el momento muestran que para un rendimiento deportivo óptimo es necesario un estatus de Fe igualmente óptimo, sin embargo los suplementos no mejoran este rendimiento, incluso aunque se traduzcan en mayores concentraciones de hemoglobina.

**Cromo.** El Cr es un oligoelemento que interviene en la utilización muscular de glucosa y aminoácidos mediada por insulina, potenciando la acción de esta hormona. Se ha descrito que los suplementos de cromo (en forma de picolinato de Cr, 200 mg/día) incrementan la masa muscular y los almacenes de glucógeno en el músculo, disminuyendo, al mismo tiempo, la grasa corporal. No obstante, existen otros trabajos que ponen en duda estos resultados debido a la metodología aplicada en la determinación de la composición corporal.

**Boro.** Este elemento ultratraza ha entrado recientemente en el campo de la actividad física. El B administrado a dosis de 2,5 mg durante siete semanas eleva los niveles sanguíneos de testosterona.

**Sales alcalinas.** Las sales alcalinas, especialmente las primarias (bicarbonato y citratos sódicos) se han reconocido como ergogénicas desde hace bastante tiempo. Su administración a dosis de 0,3 g/kg mejoran el rendimiento en pruebas deportivas de alta intensidad (umbral anaerobio) y corta duración (de 1 a 10 minutos). Estas sales actúan como tampones musculares evitando el descenso del pH que se produce en el músculo como consecuencia de la producción de ácido láctico. Esta acidosis muscular inhibe a una de las enzimas clave de la glucólisis (fosfofructoquinasa) disminuyendo la eficacia del proceso y disminuyendo la producción de energía. Es importante en la utilización ergogénica de estas sales evitar las molestias digestivas (flatulencia, diarrea, distensión abdominal) por ingestión de dosis altas y el momento de administración antes de la prueba.

En la Tabla 27.6 se recoge un resumen acerca del papel de los diferentes minerales en relación con el rendimiento físico.

**Tabla 27.6.** Papel de los minerales en relación con el rendimiento físico.

Mineral	Ingesta superior a la recomendada	Ayuda ergogénica
Calcio.	No	No
Magnesio.	No	Sí, en pruebas de alta intensidad, larga duración y clima cálido.

(Continúa)

(Continuación)

Mineral	Ingesta superior a la recomendada	Ayuda ergogénica
Fósforo.	–	Sí
Zinc.	No (no superar los 15 mg/día).	No (puede haber problemas con absorción de Cu y disminución de los niveles de HDL).
Cobre.	No	No (tóxico).
Selenio.	No	No
Cromo.	No	No (?)
Hierro.	No	No
Sales alcalinas.	–	Sí

## 7.2. Vitaminas

Los suplementos vitamínicos han sido siempre muy bien aceptados por los deportistas, entrenadores y médicos deportivos. Las encuestas realizadas desde los años 60 en los equipos deportivos olímpicos de distintos países ponían de manifiesto el uso generalizado de suplementos vitamínicos por los deportistas. Los primeros defensores de la relación entre vitaminas y el rendimiento físico afirmaban que las vitaminas estimulan las secreciones corporales y evitan el nerviosismo y que como el ejercicio físico de los deportistas incrementa el número de mitocondrias en las fibras musculares, éstos necesitan mayor cantidad de cofactores (vitaminas) para que estos orgánulos funcionen de manera óptima (Wolinsky y Driskell, 1996).

El apoyo científico para su uso se basa en su papel como cofactores de distintos sistemas enzimáticos en distintas vías metabólicas del organismo y otros procesos relacionados con la obtención de energía. Así, se conoce que intervienen en la formación de eritrocitos, utilización celular de oxígeno y metabolismo de macronutrientes (hidratos de carbono, proteínas y grasas).

Existen dos grandes tendencias en el campo de las vitaminas como suplemento ergogénico, la de los grupos científicos, mayoritariamente médicos deportivos y nutricionistas, que apoyan que lo único necesario para un rendimiento físico óptimo es una dieta equilibrada que aporte las cantidades recomendadas de las diferentes vitaminas. Eso implica que en deportistas, con unas demandas energéticas aumentadas, la ingesta de una dieta variada y equilibrada aportará cantidades de vitaminas iguales o superiores a las recomendadas. La otra corriente, principalmente de

entrenadores, defiende el uso indiscriminado de suplementos como esencial para un rendimiento deportivo máximo. Como veremos, las pruebas disponibles hasta el momento apoyan la primera opción, aunque se pueden hacer matices, respecto a alguna de las vitaminas y sus requerimientos en personas activas físicamente.

Existen, de igual forma, algunos conceptos erróneos acerca de las vitaminas que, al menos en España, no se necesita receta médica para poder adquirirlas, requisito que es necesario en otros países (EEUU, por ejemplo). Así, se piensa que un exceso en la ingestión de vitaminas no es peligroso y sólo se produciría una mayor excreción. Esto es falso ya que es conocido, para las vitaminas liposolubles, desde hace tiempo, y para las hidrosolubles, más recientemente, que pueden causar trastornos importantes cuando se ingieren megadosis. También se piensa que la ingestión de un complejo vitamínico puede sustituir a una comida, esto es frecuente en atletas que deben controlar su peso. En relación con esto, debemos decir que las vitaminas no tienen valor calórico y por lo tanto no pueden sustituir, de ninguna manera, a la comida. Por otra parte, no existe una relación calidad-precio en los suplementos vitamínicos, a igualdad de vitaminas y dosis, todas tienen el mismo efecto. Por último, no existen diferencias entre la vitamina natural, que se encuentra en los alimentos, y la sintética.

Al igual que ocurría con los minerales, para un rendimiento óptimo, físico y psíquico, es necesario que el individuo tenga una ingesta adecuada de vitaminas, cercana a las ingestas recomendadas y por debajo de los límites superiores establecidos. Esto se traduce en un estatus adecuado de vitaminas. Este estatus se ve modificado, además de por la ingesta, por la densidad vitamínica de la dieta, la biodisponibilidad de la forma alimentaria de la vitamina y por las pérdidas corporales de ésta.

*Tiamina (B1).* Esta vitamina del grupo B forma parte de diversas coenzimas que intervienen en el metabolismo de los hidratos de carbono. La tiamina, como pirofosfato de tiamina, juega un papel importante en el metabolismo de los hidratos de carbono y de los aminoácidos de cadena ramificada. El método más utilizado para valorar el estatus en esta vitamina es la determinación en eritrocitos del coeficiente de la actividad transcetolasa (ETKAC). El ejercicio físico incrementa las necesidades de energía, por lo que podría incrementar las *ingestas diarias recomendadas* (IDR) de esta vitamina en deportistas o individuos físicamente activos. Sin embargo, los estudios disponibles muestran que si se ingiere una dieta con

un contenido energético adecuado al gasto calórico, capaz de mantener el peso corporal, y la dieta es variada y equilibrada, las necesidades de tiamina se cubren adecuadamente y no son necesarios suplementos. Donde puede haber riesgo de un bajo estatus en esta vitamina es en deportistas que restringen su ingesta calórica en deportes con regulación de peso (gimnasia, por ejemplo), en estos casos podría ser necesario el administrar suplementos que aporten entre 1-1,5 las IDR.

*Riboflavina (B<sub>2</sub>)*. Esta vitamina, al igual que la tiamina, es necesaria para la síntesis de dos importantes coenzimas (FMN y FAD) implicadas en el metabolismo de la glucosa, ácidos grasos, glicerol y aminoácidos para la obtención de energía. Además, está implicada en la activación de la vitamina B<sub>6</sub> hasta su forma de coenzima activo (véase más adelante). El estatus de riboflavina se determina midiendo la excreción urinaria, determinando sus concentraciones eritrocitarias y calculando el coeficiente de actividad de la glutatión reductasa en eritrocitos (EGRAC). Respecto a sus necesidades en sujetos activos físicamente y deportistas, las recomendaciones son iguales a las mencionadas antes para la tiamina.

Diversos estudios apuntan que podría haber un aumento en las necesidades de esta vitamina en deportistas, especialmente en mujeres que realizan habitualmente actividad física, aunque no se ha cuantificado este incremento. Se han sugerido unas IDR en estas mujeres de 1,1 mg/1.000 kcal.

*Vitamina B<sub>6</sub>*. La función más importante de esta vitamina es sobre el metabolismo de las proteínas y los aminoácidos. La forma más activa es el piridoxal-5-fosfato (PLP) que actúa como cofactor de transaminasas, descarboxilasas y otras enzimas que intervienen en la transformación metabólica de aminoácidos y otros compuestos nitrogenados. Durante el ejercicio físico, los procesos gluconeogénicos implican la degradación de los aminoácidos para la obtención de energía en el músculo y la conversión hepática de ácido láctico a glucosa; en todos ellos están implicados enzimas dependientes de PLP. Otra función de la vitamina B<sub>6</sub> relacionada con el metabolismo energético es la degradación del glucógeno muscular a glucosa-1-fosfato. A veces las necesidades de esta vitamina se expresan en función de la cantidad de proteína ingerida (mg/g de proteína ingerida).

La valoración del estatus de B<sub>6</sub> se realiza a través de la determinación de los niveles plasmáticos de PLP, la concentración plasmática total de la vitamina y la excreción urinaria del ácido 4-piridóxico. También se

utilizan medidas indirectas, como la evaluación del coeficiente de actividad eritrocitaria de alanina transaminasa o de la aspartato transaminasa.

Al igual que las dos anteriores vitaminas del grupo B, la Vitamina B<sub>6</sub> no debe administrarse como suplemento, a menos que se ingieran dietas con restricción calórica o con un alto contenido en alimentos refinados pobres en ellas. El consumo de una dieta variada y equilibrada, que cubra las necesidades calóricas, aporta cantidades suficientes de esta vitamina.

Las deficiencias en estas tres vitaminas del grupo B a causa de una ingesta inadecuada puede disminuir el rendimiento físico, especialmente el desarrollo de esfuerzos máximos.

*Niacina*. La niacina forma parte de coenzimas (NAD y NADP) que intervienen en el metabolismo de los ácidos grasos (síntesis de grasa), en la glucólisis y en la respiración celular. Existen estudios que muestran que la suplementación con esta vitamina puede tener un efecto negativo sobre el rendimiento físico. Así, la ingesta de cantidades elevadas puede bloquear la liberación de ácidos grasos desde el tejido adiposo e incrementar la utilización de los hidratos de carbono, lo que podría conducir a una depleción prematura de los depósitos de glucógeno y en consecuencia a una fatiga temprana. De hecho varios estudios muestran que la suplementación con niacina puede disminuir el rendimiento en pruebas deportivas de resistencia.

*Vitamina B<sub>12</sub> (cobalamina)*. Como otras vitaminas del grupo B, se ha demostrado que la deficiencia en esta vitamina puede tener consecuencias negativas en el rendimiento, tanto en ejercicios aeróbicos como anaeróbicos, aunque la suplementación no ha probado ser eficaz en individuos con una correcta nutrición. Junto con las vitaminas B<sub>1</sub> y B<sub>6</sub>, la B<sub>12</sub> afecta a la formación de serotonina, un neurotransmisor que está implicado en el proceso de relajación o bien de otros neurotransmisores relacionados con él. Se ha descrito que megadosis de estas vitaminas (de 60-200 veces las CDR) incrementan el control motor fino y mejoran el rendimiento de los tiradores de pistola. No obstante, estas dosis, al menos para la B<sub>6</sub> sobrepasan los límites superiores de ingesta.

*Colina*. Es otra de las vitaminas del grupo B. Se encuentra en muchos alimentos y está implicada en la síntesis de acetilcolina, neurotransmisor de gran importancia en la actividad del sistema nervioso. Se ha postulado que la disminución de los niveles de acetilcolina en el sistema nervioso está relacionada con la aparición de fatiga.

Por otro lado, los niveles de colina en plasma disminuyen de forma significativa tras un maratón. Esto ha llevado a recomendar suplementaciones de colina en corredores de distancia para incrementar sus niveles plasmáticos y retrasar la fatiga. Sin embargo, no existe una relación entre suplementación y niveles plasmáticos con la mejora en la prueba de maratón.

*Vitaminas antioxidantes.* Entre ellas se encuentran las vitaminas C (hidrosoluble) y E y ubiquinona (coenzima Q<sub>10</sub>) (liposolubles).

*Vitamina C.* Todas las pruebas apuntan a que la suplementación con vitamina C mejora el rendimiento en deportistas con deficiencias en esta vitamina, pero no en aquellos con un estatus vitamínico correcto.

*Vitamina E.* Se ha demostrado que esta vitamina mejora la utilización de oxígeno en altitud (por encima de 2.500 m), no presentando actividad ergogénica en deportes realizados a nivel del mar.

*Ubiquinona (coenzima Q<sub>10</sub>).* Es una molécula antioxidante que mejora la captación de oxígeno por las mitocondrias del miocardio. Sin embargo, ningún estudio ha puesto de manifiesto que la suplementación en deportistas tenga influencia sobre la peroxidación lipídica, gasto cardiaco, captación máxima de oxígeno, umbral anaeróbico o rendimiento de resistencia.

Las pruebas disponibles hasta el momento sobre el efecto de la suplementación con vitaminas (y otras moléculas) antioxidantes son bastante limitadas.

Otro aspecto es la influencia de los antioxidantes en la prevención peldañ muscular. Es conocido que el ejercicio agotador genera gran cantidad de especies reactivas del oxígeno (ERO) que sobrepasan los sistemas de defensa antioxidante celulares. El estrés oxidativo que se produce en esta situación puede provocar daño en el tejido muscular. En este sentido se ha propuesto que la suplementación con vitaminas antioxidantes puede evitar este daño muscular y mejorar el rendimiento del atleta. La información actual es contradictoria. Algunos autores piensan que dicha suplementación no previene el daño muscular inducido por el ejercicio. De hecho, no hay pruebas sobre un pretendido efecto profiláctico de las vitaminas C y E y del beta-caroteno sobre el daño muscular. Otros encuentran efectos positivos en estudios animales que se hacen menos evidentes en humanos.

Otros investigadores, por el contrario, sí encuentran efectos positivos y recomiendan la suplementación con vitaminas antioxidantes (especialmente E, con dosis diarias de 100-200 mg) para prevenir la peroxidación lipídica y el daño muscular en deportistas que realizan esfuerzos agotadores.

Como conclusión podemos decir que la suplementación con vitaminas no es necesaria en deportistas que ingieren dietas variadas y ajustadas en calorías a su actividad física ya que su ingesta de vitaminas está por encima de las CDR. Sin embargo, en deportistas con control de peso, o con dietas no equilibradas y hábitos alimentarios erróneos, se aconseja la ingesta de un suplemento vitamínico a dosis que no sobrepasen dos veces la CDR. De igual forma, se recomienda, en sujetos sometidos a entrenamiento de alta intensidad y dietas poco controladas, la suplementación con vitaminas antioxidantes en las cantidades antes expuestas (Villegas y González Gallego, 2001).

## 8. AYUDAS ERGOGÉNICAS

Se definen como aquéllas técnicas o sustancias utilizadas con el propósito de incrementar el rendimiento deportivo. Estas ayudas pueden ser de distintos tipos como: nutricionales, farmacológicas, fisiológicas y psicológicas. Nosotros hablaremos en este capítulo sólo de las ayudas ergogénicas nutricionales.

El uso de estas ayudas no es nuevo en el mundo del deporte, de hecho existen referencias de su uso en la Grecia antigua y en las culturas precolombinas. La legalidad y los aspectos éticos de su uso, aparte de su eficacia o no sobre el rendimiento deportivo, ha sido tema de debate en distintos foros deportivos. Así, Williams, una autoridad en Nutrición deportiva, afirmaba que estos productos cuando se toman en cantidades elevadas pueden comportarse como fármacos o “nutracéuticos”. Por otro lado, el COI recoge en sus recomendaciones contra el dopaje que “cualquier sustancia fisiológica tomada en cantidad anormal con intención de incrementar el rendimiento deportivo de forma artificial y desleal sería considerado como dopaje”.

El control sobre la composición, formas de presentación, vías de administración y dosis de estas ayudas nutricionales es bastante escaso ya que la mayoría de las administraciones de distintos países, entre ellas la FDA americana, considera a los suplementos nutricionales como alimentos y no como fármacos, por lo que no deben probar que son efectivos o saludables para su comercialización. Esto supone que el control de calidad es escaso, si existe, y las indicaciones de dosis inadecuadas (González Gallego y Villa, 1998).

Un aspecto a considerar es el efecto placebo de estas ayudas ergogénicas. Muchos de los trabajos que prueban los efectos positivos sobre el rendimiento

deportivo de distintos productos tienen diseños experimentales que no tienen en cuenta el efecto placebo y tampoco la influencia del entrenamiento, por lo que los resultados que se alcanzan son de una utilidad muy limitada. Este es el origen de las importantes controversias entre distintos autores en relación con la eficacia de distintas ayudas ergogénicas, con resultados contradictorios.

Las categorías en las que se encuadran las ayudas ergogénicas son:

1. Proteínas y aminoácidos.
2. Grasa.
3. Hidratos de carbono.
4. Vitaminas y coenzimas.
5. Minerales.
6. Inmunoestimuladores.
7. Estimulantes.
8. Proanabolizantes.
9. Agua e hidratantes.
10. Oxígeno.
11. Otros.

En este apartado describiremos sólo aquellas ayudas ergogénicas que tienen un apoyo experimental sólido, citando aquellas cuya evidencia es incierta o no existe. También, sólo citaremos, ya que han sido descritas con anterioridad, las ayudas ergogénicas relacionadas con la suplementación de ciertas vitaminas y minerales.

Con apoyo científico claro sólo se incluyen creatina, cafeína, bicarbonato (sales alcalinas ya descritas). Otras tienen apoyo científico escaso y contradictorio, como el caso de la carnitina, antioxidantes, proteínas y aminoácidos y glicerol. Sin apoyo científico sustancial están el ginseng y productos relacionados, carnitina, coenzima q10, inosina, picolinato de cromo y triglicéridos de cadena media (MCT). Por último, algunos son de nueva aparición, no teniendo aún apoyo científico; es el caso de androstenodiona, DHEA y prohormonas, hidroximetil butirato (HMB) y calostro. Hay otros muchos que aparecieron en su momento y han ido desapareciendo o pasando de moda, o que tienen una escasa repercusión y uso. Entre ellos podemos citar: picnogenol, piruvato, D-ribosa, estricnina, tribulus terrestris, triptófano, yohimbina, glutamina, guaraná (cafeína), inopina, ma huang, oxígeno, fitosteroles, aspirina, polen de abeja, miel, ácido pangámico, aceite de germen de trigo, gelatina, etc.

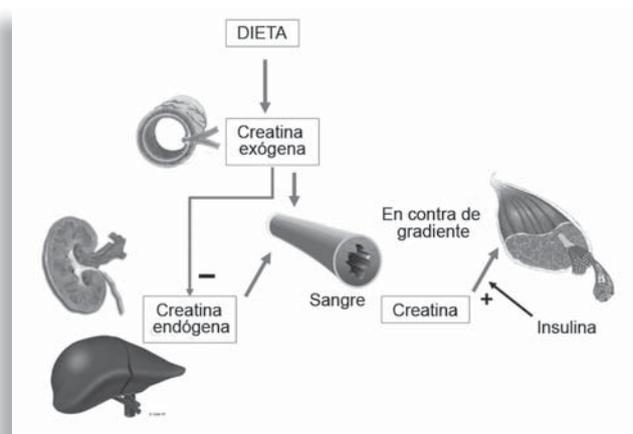
**Creatina.** Deriva de los aminoácidos arginina, glicina y metionina, es sintetizada en hígado, riñón y páncreas, y también puede incorporarse a través de una dieta rica en carne o pescado.

La creatina está presente en los músculos esqueléticos (aproximadamente un 98%) en forma de creatina libre unida a una molécula de fosfato (PCr o fosfocreatina). La PCr sirve como fuente inmediata de energía para la contracción muscular, algo especialmente importante durante los ejercicios anaeróbicos de breve duración y alta intensidad. Otra función de la creatina es su capacidad de actuar como tampón muscular. Su concentración muscular está entre 100-150 mmol/kg psm, de la cual entre el 60-65% está fosforilada (PCr), el *turnover* diario es de 1-2 mg y la ingesta media diaria es de 1-2 mg con una dieta omnívora occidental. Las principales fuentes dietéticas son: carne (5-10 g/kg) y pescado (4-5 g/kg) y en especial el arenque (20 g/kg). En la Figura 27.6 se muestran las relaciones existentes entre las fuentes exógena y endógena de creatina para el aporte muscular.

La suplementación con creatina tiene por objetivo el incrementar sus almacenes musculares. Para una carga de creatina las pautas son:

- Carga rápida: 4-6 tomas de 5g (~20 g/día) durante 5 días.
- Carga lenta: 3 g/día durante 28 días.
- Dosis de mantenimiento: 2-3 g/día.

La capacidad máxima de almacenamiento es de 150-160 mmol/kg psm. El almacenamiento máximo se obtiene en músculos con bajo contenido, durante ejercicio físico intenso y por coingestión con hidratos de carbono (75-100g). Hay un 30% de individuos que no almacenan. Si se deja la suplementación los niveles basales se alcanzan en aproximadamente 4-5 semanas.



**Figura 27.6.** Regulación del aporte muscular de creatina entre fuentes exógenas y síntesis endógena.

La suplementación aguda mejora la resíntesis de PCr. Esta suplementación es efectiva en:

- Ejercicios de alta intensidad con intervalos de reposo. Mejora el rendimiento en deportes en los que la duración del esfuerzo es corta, entre 6-30 sg, con intervalos mayores de 30 sg y menores de 5 minutos (deportes de equipo y de raqueta).
- Ejercicios con esfuerzos musculares aislados.
- Actividades con peso soportado (ciclismo).
- Entrenamientos con las características anteriores.

Este tipo de suplementación no es efectiva en ejercicios de un solo esfuerzo, en pruebas de resistencia y soporte de peso, natación y carrera (González Gallego, 2003).

Los efectos de la suplementación crónica son menos concluyentes, aunque se ha observado que mejora el rendimiento y la adaptación en entrenamientos basados en ejercicios de alta intensidad, repetidos, en entrenamientos de resistencia. También incrementa la masa muscular a largo plazo por estimulación directa de la síntesis de proteína miofibrilar, por una capacidad de entrenamiento aumentada o por ambos mecanismos.

Los efectos secundarios son anecdóticos y se limitan a náuseas y otros trastornos gastrointestinales, dolor de cabeza, calambres musculares. Es importante evitar la autoadministración y cuidar el problema de balance de fluidos, sobre todo en situaciones de riesgo de deshidratación deben evitarse las cargas rápidas. En atletas con control de peso debe tenerse cuidado debido a su efecto sobre la masa muscular.

**Cafeína.** Es un compuesto químico del grupo de las metilxantinas y es un estimulante natural. Las principales fuentes dietéticas son:

- Café.
- Té.
- Chocolate.
- Colas.

Estas fuentes aportan de media entre 30-100 mg/ración. También existen preparados de cafeína que contienen entre 100-200 mg y el guaraná.

Entre 2 y 10 mg/kg la cafeína provoca un incremento de la atención, disminuye la fatiga muscular, incrementa la ventilación pulmonar y baja el rendimiento en tareas motoras finas. A dosis mayores de 15 mg/kg provoca nerviosismo, insomnio, cefaleas e inestabilidad.

Los efectos de la cafeína pueden ser a nivel central o periférico. A nivel central actúan disminuyendo el umbral sensorial, provocando cambios en el contenido en neurotransmisores cerebrales y actuando

sobre los receptores centrales de adenosina. A nivel periférico actúa en músculo, sobre los movimientos de calcio en la fibra muscular, sobre las ATPasas  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ , sobre los niveles intracelulares de AMPc y sobre la fosforilasa, en riñón aumenta la diuresis y en la médula adrenal estimula la secreción de adrenalina, aumentando sus niveles en sangre.

Son múltiples los mecanismos propuestos para la actuación de la cafeína como suplemento ergogénico. Según algunos autores, la cafeína ahorraría glucógeno muscular retrasando la aparición de la fatiga. En la Figura 27.7 se recoge el posible mecanismo por el que la cafeína mejora el rendimiento en ejercicios aeróbicos utilizando este mecanismo. Otro de los mecanismos propuestos, basándose en su actuación a nivel central y periférico, es la disminución en la percepción de esfuerzo, afectando a la excitabilidad neuronal y al reclutamiento de unidades motoras. También se ha propuesto que mejora la transmisión nerviosa, incrementa los niveles de glicerol en plasma, provoca menores descensos en la glucemia y disminuye los niveles de  $\text{K}^+$ . Probablemente, dependiendo del tipo de prueba, se dará una combinación de los efectos metabólicos y centrales, cooperando entre ellos.



**Figura 27.7.** Mecanismo de actuación de la cafeína para aumentar el rendimiento en pruebas anaeróbicas de baja intensidad y duración larga.

Existen una serie de factores que modifican los efectos ergogénicos de la cafeína, como son:

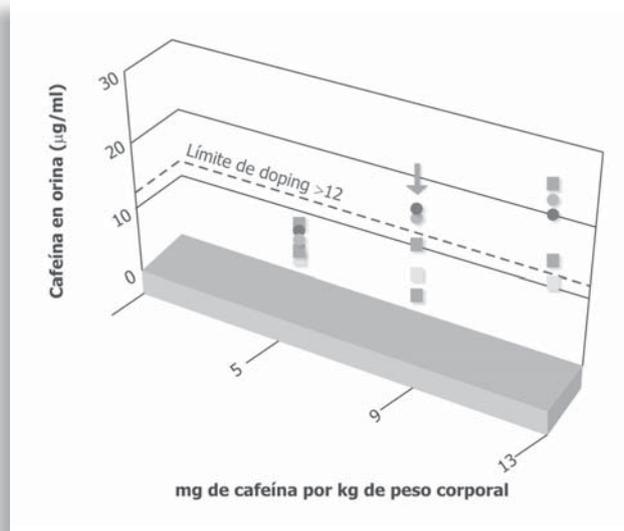
- Dosis, como antes comentamos.
- Momento de administración, como antes comentamos, para que se alcancen sus niveles máximos en el momento adecuado, y en consecuencia sus efectos ergogénicos.

- Forma de la cafeína. Hay estudios que observan efectos diferenciales entre cafeína natural (café, té, cola, etc.) y preparados farmacéuticos de cafeína a favor de los primeros. También hay diferencias entre la administración sola o con glucosa, siendo esta coadministración más positiva.
- Almacenes de glucógeno previos. Se han descrito efectos diferentes cuando hay una carga previa de hidratos de carbono y si se ingiere este macronutriente antes de la prueba o durante la prueba, en vez de agua.
- Habituaación previa. Los efectos son más pronunciados en sujetos habituados frente a atletas que no la han ingerido nunca.
- Intensidad del ejercicio. También se han encontrado diferencias en el efecto sobre el rendimiento en pruebas de resistencia de intensidad baja o moderada y de alta intensidad.

Las dosis habituales de suplementación están entre 5-6 mg/kg, con dosis superiores a 9 mg/kg no se obtienen mejoras adicionales y hasta hace unos años había peligro de dar positivo por dopaje, pues esta sustancia se incluía en las listas de la Agencia Mundial Antidopaje si sus niveles en orina sobrepasaban 12 mg/ml (Figura 27.8). Para unos efectos óptimos se

recomienda su administración una hora antes de la prueba. Los niveles máximos se alcanzan entre los 15 y 120 minutos tras su ingestión.

La cafeína se ha mostrado eficaz, aumentando el rendimiento en pruebas de resistencia y de alta intensidad (tiempos de 90 sg, 5 min y 20 min), aunque los resultados en este último tipo de pruebas es más variable.



**Figura 27.8.** Relación entre dosis de cafeína y niveles urinarios.

# Evaluación nutricional del deportista. Diseño de dietas. Informática nutricional

Emilio Martínez de Victoria Muñoz, Mariano Mañas Almendros y M<sup>a</sup> Dolores Yago Torregrosa

## OBJETIVOS

- Conocer y manejar los conceptos y técnicas de valoración del estado nutricional.
- Conocer y comprender el papel de la informática en los estudios nutricionales y valorar las características que debe tener una aplicación informática nutricional y saber cuáles serían los criterios de calidad.
- Asimilar y manejar la mecánica del sistema de intercambios para la elaboración de dietas equilibradas para deportistas.

## 1. EVALUACIÓN NUTRICIONAL. CONCEPTO E IMPORTANCIA EN EL DEPORTISTA

La evaluación nutricional se define como la interpretación de la información obtenida a partir de estudios *dietéticos, bioquímicos, genéticos, antropométricos y clínicos*. El objetivo que se persigue es valorar el estado nutricional de un individuo, colectivo o población e identificar las necesidades nutricionales.

Este tipo de estudios son necesarios por diferentes razones:

- a) Nos permiten describir el estado nutricional de poblaciones y colectivos, lo que, sin duda, tiene una gran importancia en el campo de la epidemiología nutricional y la salud pública.
- b) Por otro lado, es un componente esencial en el cuidado del paciente hospitalizado, ya que permite planificar el soporte nutricional a aplicar, importante en la recuperación de una enfermedad o daño agudo.
- c) Por último, existe una relación muy estrecha entre el estado nutricional y el rendimiento

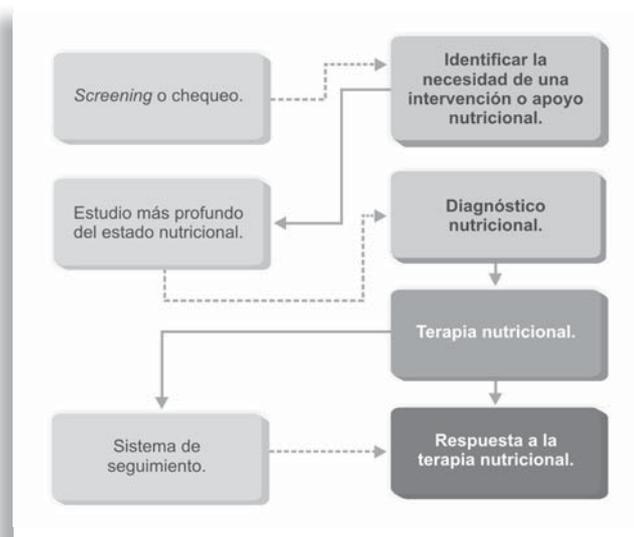
físico-deportivo, por lo que la *evaluación nutricional de los deportistas* es una parte fundamental de la evaluación funcional total de este colectivo (Driskell y Wolinsky, 2002).

Existen tres sistemas para la evaluación nutricional. Cada uno de ellos se utiliza en función de los objetivos y del sujeto de estudio. Estos sistemas son:

1. *Encuesta*. Se aplica, normalmente, en estudios transversales y permite identificar y describir subgrupos de población con riesgo de malnutrición crónica. Por el contrario, dan poca información acerca de la subnutrición aguda y las causas de la malnutrición. A partir de los resultados obtenidos por este sistema, se pueden planificar recursos y políticas dirigidos a subgrupos de población.
2. *Vigilancia*. Este sistema se aplica en estudios nutricionales longitudinales en grupos seleccionados de población (como por ejemplo, deportistas). Identifica las posibles causas de la malnutrición, lo que es útil para planificar las estrategias de intervención. Este sistema de "seguimiento" se aplica, fundamentalmente, a individuos y pequeños colectivos.

3. *Chequeo*. Es un sistema que permite la identificación de individuos malnutridos al comparar las medidas individuales con niveles de riesgo predeterminados (puntos de corte). Es aplicable, al igual que el anterior, a individuos y poblaciones seleccionadas consideradas de riesgo (pacientes hospitalizados, deportistas con control de peso, etc.).

Normalmente, estos sistemas se pueden aplicar de forma conjunta y combinada en una serie de etapas. El *screening* o chequeo nutricional nos permite identificar la necesidad de una intervención o apoyo nutricional, con un estudio más profundo. Por ejemplo, aplicando un sistema de encuesta podemos hacer un diagnóstico más preciso, que nos lleve a aplicar una terapia nutricional más efectiva y ajustada. Mediante el sistema de vigilancia (seguimiento) podemos evaluar la terapia aplicada, valorando la respuesta del individuo o colectivo, y modificarla, si fuera necesario (Figura 28.1).



**Figura 28.1.** Esquema de utilización conjunta de los diferentes sistemas de evaluación nutricional en distintas etapas de un estudio.

## 2. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL

En los sistemas descritos se aplican los siguientes métodos de evaluación nutricional: dietético, antropométrico, bioquímico-molecular y clínico (Gil, 2005). La aplicación de uno u otro método debe ajustarse a una serie de criterios que vamos a enumerar a continuación para el caso de deportistas:

### • Objetivos

- Evaluar la adecuación nutricional global.
- Evaluar la ingesta de uno o más nutrientes específicos.
- Evaluar la distribución de la ingesta diaria y hábitos alimentarios.
- Evaluar el consumo de un alimento en particular.

### • Factores relacionados

- Peso y composición corporal:
  - Grasa corporal o desarrollo muscular.
  - Diferente peso corporal, desarrollo muscular, adiposidad en distintos deportes.
  - Ganar, mantener o perder peso: calorías.
  - Determinación del peso ideal.
  - Opinión del atleta sobre sus objetivos.
  - Índice de masa corporal.
  - Pliegues cutáneos.
  - Ajuste: fuera de temporada o al principio del entrenamiento.
- Gastos energéticos y recuperación de los entrenamientos:
  - Evaluación subjetiva.
  - Discusión acerca de la ingesta de alimentos y los patrones de comidas.
- Capacidad competitiva:
  - Opinión del atleta y el entrenador.
  - Mala hidratación, ingesta de carbohidratos inadecuada, etc.
- Resultados de análisis de sangre, información de la densidad ósea:
  - Evaluar estatus de Fe.
  - En chicas, densidad ósea e ingesta de Ca.
- Historia de lesiones y problemas nutricionales:
  - Discusión con el atleta para tener una visión general.
- Opinión del atleta sobre nutrición y peso corporal.
- Opinión del entrenador sobre nutrición y peso corporal.

A la hora de diseñar un estudio debemos tener en cuenta todos estos aspectos (sistemas y métodos para obtener la mayor y mejor información para nuestros objetivos). En la Figura 28.2 se recoge el esquema objetivos-sistema-métodos. En la mayoría de los casos se utilizan varios métodos combinados que, mediante el cálculo de índices, nos proporcionan una información más precisa.

## 2.1. Dietético

El método dietético se basa en la evaluación de la ingesta de alimentos de la dieta y el contenido en nutrientes de ellos (ADA, 2002, 2003).

El consumo de alimentos puede determinarse en distintos ámbitos, utilizando diferentes métodos: en el ámbito nacional se aplican las hojas de balance de alimentos, en el ámbito del hogar se suelen utilizar el registro de cesta de la compra, el inventario y el registro de alimentos del hogar (durante una semana).

En el ámbito de individuos, que sería el más utilizado en la valoración dietética del deportista, se aplican:

- **Métodos cuantitativos de consumo diario**

- *Recordatorios.* Se le requiere al individuo que recuerde todos los alimentos y bebidas que ingirió en un pasado reciente. Dentro de este tipo tenemos diversos modelos:

- Recuerdo de 24 horas o 48 horas.
- Recuerdos de 24 horas repetidos. El número dependerá del grado de precisión que se requiera, el nutriente objeto de estudio, el grupo de población al que va dirigido el recordatorio (nivel de educación, edad, complejidad del patrón alimentario, etc.), la influencia de fines de semana, vacaciones y estaciones.

Los recordatorios deben ser realizados por un encuestador entrenado que aclare aquellos aspectos

que pueden estar confusos en el recordatorio, ayudándole a recordar al encuestado y a anotar los aspectos necesarios para hacer una buena valoración dietética.

- *Registros.* En este método el sujeto a evaluar anota en unas hojas de registro todos los alimentos consumidos, las cantidades y los tipos de tratamientos culinarios. Existen dos tipos de registros:

- Registros estimados. De duración variable (en días), aunque lo más frecuente es que se realizan durante tres, cinco o siete días ya que para periodos mayores de tiempo el sujeto se cansa y abandona el registro. Además, se ha descrito que existe una buena correlación entre los patrones de ingesta de registros de siete días y registros de mayor duración (15, 30 y 60 días).
- Registros por pesada. En éstos, el propio encuestado o un dietista entrenado pesan todos los alimentos consumidos antes de registrarlos. Esta segunda modalidad es mucho más exacta aunque consume mucho más tiempo, requiere más personal y es, en consecuencia, más cara.
- **Métodos de ingesta usual (habitual)** (historia dietética y cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos). Este método nos proporciona información de los patrones de alimentación de un individuo y los hábitos alimentarios,

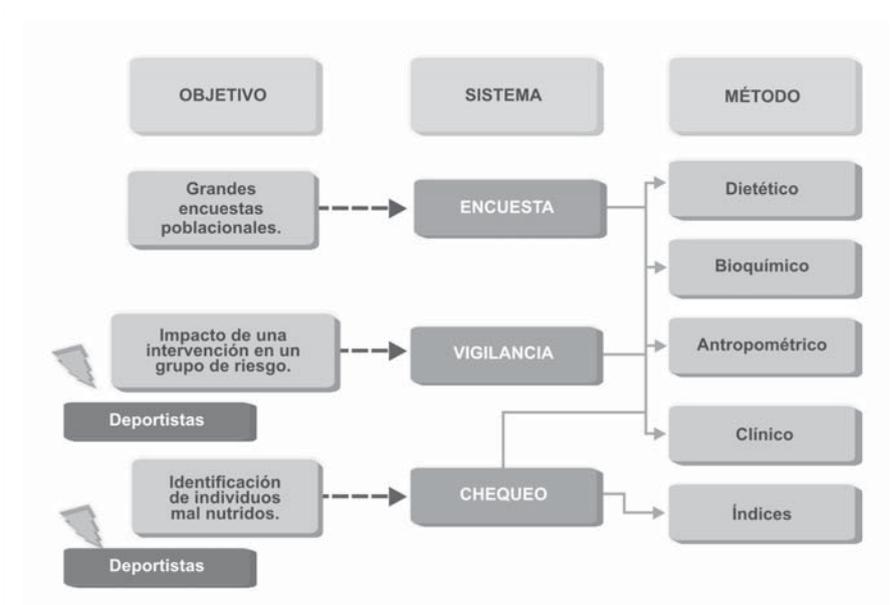


Figura 28.2. Relación entre objetivos del estudio nutricional, sistema de evaluación nutricional adecuado y métodos de evaluación a emplear.

no cuantificando, algunos de ellos, con tanta fidelidad (semicuantitativos) la ingesta real de alimentos. Entre ellos están:

- *Historia dietética.* Consiste en una entrevista en profundidad que consta de tres componentes:
  - Recordatorio de 24 horas. En él se incluye información sobre patrones alimentarios (alimentos que gustan o no gustan, vegetarianismo, etc.), descripción de los alimentos, frecuencia de consumo y tamaño de porciones.
  - Chequeo cruzado del recordatorio. En él se intenta cotejar lo recogido en el apartado anterior haciendo un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos.
  - *Registros de tres días con medidas case-ras.*
- Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos. Nos da información cualitativa acerca de los patrones de consumo de alimentos, aunque si adjuntamos los tamaños de las raciones podemos tener un método semicuantitativo de ingesta de alimentos. El cuestionario tiene dos componentes, la lista de alimentos y la categoría de frecuencias. En los semicuantitativos habría un tercer componente que sería el tamaño de la ración (pequeña, mediana y grande). Este cuestionario de frecuencia es útil para clasificar a los individuos en categorías de ingestas y relacionarlos con la prevalencia/mortalidad de una enfermedad.

La aplicación de las distintas técnicas de la evaluación dietética dependerá de los objetivos generales y específicos del estudio a realizar (Lee y Nieman, 2006). Cuando buscamos determinar la ingesta real de un individuo se utilizarán las comidas duplicadas acompañadas de análisis químico o el registro de alimentos pesados, son las técnicas más exactas pero, también, las que consuman mayor tiempo y recursos. Cuando el objetivo es valorar la ingesta media habitual de un grupo (por ejemplo, un equipo deportivo) son útiles los recuerdos de 24 horas y los registros de alimentos pesados o estimados. La determinación de una población de riesgo se puede emplear el recuerdo de 24 horas repetido, el registro de alimentos pesados o estimados repetidos y la historia dietética en función de las disponibilidades, recursos y exactitud buscada; los dos primeros también se utilizan para

conocer la ingesta habitual de un individuo. El patrón de uso de alimentos por un grupo o un individuo se puede determinar por técnicas de frecuencia de consumo de alimentos al igual que la utilización media de alimentos específicos en un grupo, aunque para lo segundo también son válidos el recuerdo de 24 horas y el registro de alimentos pesados o estimados.

La etapa final en la evaluación dietética es la *determinación de la ingesta de nutrientes* y su comparación con las ingestas diarias recomendadas para valorar los riesgos de sub y sobrenutrición de los individuos (Serra y Aranzeta, 2006).

Para determinar la ingesta de nutrientes a partir de la ingesta de alimentos debemos disponer de unas tablas de composición de alimentos o una base de datos de composición de alimentos que nos permita traducir en nutrientes las cantidades de alimentos consumidas. La mayoría de los países poseen una o más tablas o bases de datos que incluyen los alimentos más consumidos y tradicionales de ese país (véase Capítulo 27).

La transformación de nutrientes de los alimentos ingeridos es un proceso que puede introducir diversos errores que tienen su origen en la elaboración de las bases de datos o tablas de composición de alimentos. Así, el muestreo de los alimentos es una primera fuente de error. Las técnicas analíticas, tanto por el método aplicado como por los errores que se deslizan en su aplicación, pueden llevar a resultados no exactos. Los factores de conversión que se aplican para el cálculo de algunos componentes alimentarios (nitrógeno a proteína, fibra bruta y dietética, etc.) también pueden afectar a los resultados obtenidos. Otro factor es la inconsistencia de la terminología de distintos nutrientes como, por ejemplo, extracto libre de nitrógeno, vitamina A y carotenos, etc. Una descripción incorrecta del alimento y/o la fuente de valores puede también confundir los cálculos. Por último los cambios debidos a factores genéticos, ambientales, de preparación o procesamiento también influyen en la determinación de la ingesta de nutrientes (Mataix, 2002).

## 2.2. Antropométrico

La *antropometría nutricional* utiliza la medida de las variaciones de las dimensiones físicas y la composición del cuerpo humano a distintas edades y grados de nutrición para valorar el estado nutricional, comparándolas con estándares.

Existen dos tipos de medidas antropométricas: las que nos informan acerca del crecimiento y las que nos

calculan la composición corporal (masa grasa y masa magra corporal). Normalmente, la antropometría nutricional trabaja con índices más que con medidas aisladas. Los índices pueden incluir una sola medida (relación peso/edad, relación talla/edad) o varias medidas, como ocurre en el cálculo de áreas musculares, áreas grasas y densidad corporal.

**Medidas del crecimiento.** Los más utilizados son: circunferencia de la cabeza, longitud (talla), altura de rodilla, anchura de codo y algunos índices como circunferencia cabeza/edad, peso/edad, talla/edad, relaciones *peso (kg)/talla<sup>2</sup>(m)* denominada *índice de masa corporal (IMC)*, muy utilizado en nutrición para determinar la delgadez, el sobrepeso y la obesidad, es decir, el peso adecuado. En la Tabla 28.1 se recogen los valores de corte del IMC para el peso bajo, sobrepeso y obesidad con los valores de consenso de la SEEDO.

En individuos que no son muy activos físicamente existe una buena correlación entre el IMC y el porcentaje de grasa corporal, por lo que el primero es un buen referente del estado nutricional, sin embargo, en los deportistas, con un mayor desarrollo de la masa muscular, el IMC no se correlaciona tan bien con el contenido de grasa corporal y no es buen indicador de la situación nutricional en deportistas (Figura 28.3) en los que se utilizan, de forma alternativa, otros métodos para determinar las situaciones de sobrepeso, obesidad o delgadez. Así, se utilizan las medidas de masa grasa corporal y masa magra corporal utilizando parámetros antropométricos o bien otros métodos no antropométricos que más adelante recogeremos.

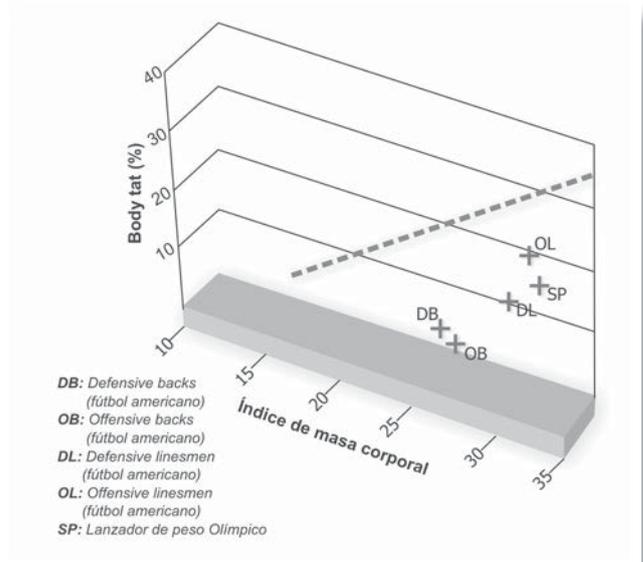
**Tabla 28.1.** Clasificación del sobrepeso y obesidad utilizando el IMC. Valores de consenso de la Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO, 2000).

Valores límites del IMC (kg/m <sup>2</sup> )	
Peso insuficiente.	< 18,5
Normopeso.	18,5-24,9
Sobrepeso grado I.	25-26,9
Sobrepeso grado II.	27-29,9
Obesidad de tipo I.	30-34,9
Obesidad de tipo II.	35-39,9
Obesidad de tipo III (mórbida).	40-49,9
Obesidad de tipo IV (extrema).	>50

IMC: índice de masa corporal

Alternativamente el establecimiento del peso deseable puede calcularse a partir de las tablas peso-talla y teniendo en cuenta la complejión física del

individuo (Tabla 28.2). La circunferencia de la muñeca o perímetro distal de la muñeca es aquella que coincide con la mínima circunferencia del antebrazo. La anchura de codo se corresponde con la distancia entre el epicóndilo y la epitróclea del húmero medida en cm. Las medidas se refieren a unos valores de referencia clasificados en tres categorías: pequeña, mediana y grande.



Fuente: Prentice y Jebb, 2001

**Figura 28.3.** Relación entre el IMC y el porcentaje de grasa corporal en deportistas de distintas especialidades. Se observa que no se ajustan a una correlación lineal presentando índices de masa corporal altos frente a sus porcentajes de grasa corporal.

**Composición corporal.** Las medidas antropométricas, junto con otras técnicas, también se utilizan para el cálculo de la composición corporal. La composición corporal puede calcularse en función de distintos modelos (Figura 28.4) por distintas técnicas. La antropometría se utiliza, principalmente, para el cálculo del modelo de dos componentes, masa grasa y masa magra corporales.

Para el cálculo de la grasa corporal existen distintas técnicas que utilizan uno o varios pliegues cutáneos (tricipital, suprailíaco, abdominal, muslo, etc.), aplicando diferentes fórmulas. Entre los más utilizados están los que utilizan tres pliegues (la suma de ellos) para calcular la densidad corporal y con ella el porcentaje de grasa corporal. Los cálculos son los siguientes:

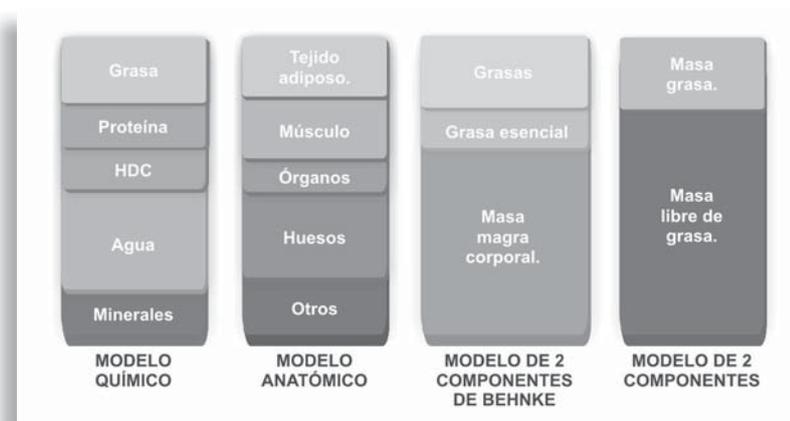


Figura 28.4. Distintos modelos de composición corporal. El más utilizado es el de dos componentes.

Tabla 28.2. Tablas de relación peso-altura para el cálculo del peso adecuado. En ellas se tiene en cuenta la complejidad corporal que puede calcularse mediante la determinación de la circunferencia de la muñeca o el ancho del codo (véase texto). (Tomadas de: Metropolitan Life Insurance Company).

Hombres			
Altura	Contextura pequeña	Contextura mediana	Contextura grande
1,55	50,0-54,0	53,0-58,0	56,0-63,0
1,56	50,3-54,3	54,3-60,3	58,3-63,3
1,57	52,0-55,0	54,0-60,0	58,0-65,0
1,58	52,3-55,3	54,3-60,3	58,3-65,3
1,59	52,6-55,6	54,6-60,6	58,6-65,6
1,60	53,0-56,0	56,0-61,0	59,0-66,0
1,61	53,5-56,5	56,5-61,5	59,5-66,5
1,62	54,0-60,0	57,0-62,0	61,0-68,0
1,63	54,3-60,3	57,3-62,3	61,3-68,3
1,64	54,6-60,6	57,3-62,6	61,6-68,6
1,65	56,0-60,0	58,0-64,0	62,0-70,0
1,66	56,5-60,5	59,0-65,0	63,0-71,0
1,67	57,0-61,0	60,0-66,0	64,0-72,0
1,68	57,7-61,7	60,7-66,7	64,7-72,7
1,69	58,4-62,4	61,4-67,4	65,4-73,4
1,70	59,0-63,0	62,0-68,0	66,0-74,0
1,71	60,0-64,0	63,0-69,0	67,0-75,0
1,72	61,0-65,0	64,0-70,0	68,0-76,0
1,73	61,7-65,7	64,3-70,7	68,3-76,7
1,74	62,4-66,3	64,7-71,3	68,7-77,4
1,75	63,0-67,0	65,0-72,0	69,0-78,0
1,76	63,5-68,0	65,7-73,0	70,0-79,0
1,77	64,0-69,0	67,0-74,0	71,0-80,0
1,78	64,7-69,7	67,7-74,7	71,7-81,0
1,79	65,4-70,4	68,4-75,4	72,4-82,0
1,8	66,0-71,0	69,0-76,0	73,0-83,0
1,81	67,0-72,0	70,0-77,0	75,0-84,0
1,82	68,0-73,0	71,0-78,0	77,0-85,0

(Continúa)

(Continuación)

Hombres			
Altura	Contextura pequeña	Contextura mediana	Contextura grande
1,83	68,7-73,7	71,7-78,7	77,3-85,7
1,84	69,4-74,4	72,4-79,4	77,7-86,4
1,85	70,0-75,0	73,0-81,0	78,0-87,0
1,86	71,0-76,0	74,0-82,0	79,0-88,0
1,87	72,0-77,0	75,0-83,0	80,0-89,0
1,88	72,3-77,3	75,7-83,7	80,7-90,0
1,89	72,7-77,7	76,4-84,4	81,4-91,0
1,9	73,0-78,0	77,0-85,0	82,0-92,0

Mujeres			
Altura	Contextura pequeña	Contextura mediana	Contextura grande
1,44	42,0-45,0	44,0-49,0	48,0-55,0
1,45	42,3-45,3	44,3-49,3	48,3-55,3
1,46	42,6-45,6	44,6-49,6	48,6-55,6
1,47	43,0-47,0	45,0-51,0	49,0-56,0
1,48	43,3-47,3	45,3-51,3	49,3-56,3
1,49	43,6-47,6	45,6-51,6	49,6-56,6
1,50	44,0-48,0	47,0-53,0	50,0-58,0
1,51	45,0-48,5	47,5-53,5	51,0-58,5
1,52	46,0-49,0	48,0-54,0	52,0-59,0
1,53	46,3-49,3	48,3-54,3	52,3-59,3
1,54	46,7-49,7	48,7-54,7	52,7-60,7
1,55	47,0-51,0	49,0-55,0	53,0-60,0
1,56	47,5-52,0	50,0-57,5	53,5-63,0
1,57	48,0-53,0	51,0-57,0	54,0-62,0
1,58	48,7-53,3	51,7-58,3	54,7-62,7
1,59	49,4-53,7	52,4-58,7	55,3-63,4
1,60	50,0-54,0	53,0-58,0	56,0-64,0
1,61	50,5-54,5	53,5-59,7	57,0-65,0
1,62	51,0-55,0	54,0-61,0	58,0-66,0
1,63	51,7-55,7	54,7-61,7	58,7-66,7
1,64	52,4-56,4	55,4-62,4	59,4-67,4
1,65	53,0-57,0	56,0-63,0	60,0-68,0
1,66	54,0-60,5	56,5-64,5	61,0-68,5
1,67	55,0-60,0	57,0-64,0	62,0-69,0
1,68	55,7-60,3	57,7-64,7	62,3-69,7
1,69	56,4-60,7	58,3-65,3	62,7-70,3
1,70	57,0-61,0	59,0-66,0	63,0-71,0
1,71	57,5-62,0	60,0-67,0	64,0-72,0
1,72	58,0-63,0	61,0-68,0	65,0-73,0
1,73	58,7-63,7	61,7-68,7	65,7-74,0
1,74	59,3-64,3	62,3-69,3	66,3-75,0
1,75	60,0-65,0	63,0-70,0	67,0-76,0
1,76	61,0-66,0	64,0-71,0	68,5-77,0
1,77	62,0-67,0	65,0-72,0	70,0-78,0

**Hombres:**

*pecho + abdominal + muslo = suma  
de los tres pliegues cutáneos*

*Densidad corporal* =  $1.10938 - 0.0008267$  (suma de los tres pliegues cutáneos) +  $0.0000016$  (suma de los tres pliegues cutáneos)  $2 - 0.0002574$  (edad) (Jackson y Pollock, 1978).

*% grasa corporal* =  $(457 / \text{densidad corporal}) - 414.2$  (ecuación de Brozek).

**Mujeres:**

*tricipital + suprailíaco + muslo = suma  
de los tres pliegues cutáneos*

*Densidad corporal* =  $1.0994921 - 0.0009929$  (suma de los tres pliegues cutáneos) +  $0.0000023$  (suma de los tres pliegues cutáneos)  $2 - 0.0001392$  (edad) (Jackson, *et al.*, 1980).

*% grasa corporal* =  $(457 / \text{densidad corporal}) - 414.2$  (ecuación de Brozek).

Los valores obtenidos se comparan con unas tablas estándar elaboradas para estas fórmulas, para establecer niveles bajos, normales o altos de grasa corporal.

Existen otras técnicas y métodos para calcular la composición corporal y que determinan los distintos compartimentos corporales adaptándose a los modelos antes citados. Entre ellas están las que calculan la densidad corporal y volumen a partir del peso sumergido y la plestismografía. Los métodos de dilución utilizan trazadores que se reparten por los distintos compartimentos, siendo especialmente aplicados para la determinación de agua corporal total, agua extracelular e intracelular. La impedancia bioeléctrica y conductancia (BIA) es otra herramienta que, utilizando corrientes eléctricas con unas características definidas y determinando la velocidad con la que recorre los distintos tejidos corporales, se puede calcular el tamaño de distintos compartimentos del organismo, como el agua corporal total, la masa libre de grasa (magra), agua extra e intracelular y grasa corporal. Existen métodos y técnicas más sofisticados que se utilizan de manera más restringida en investigación y no en la práctica diaria. Entre estos últimos podemos citar el conteo corporal total (determinación del potasio 40 corporal total) y el análisis de activación de neutrones (NAA) que nos permite tener conocimiento de la composición atómica del cuerpo (porcentajes de calcio, sodio, nitrógeno, etc). La absorciometría de rayos X con energía dual que se utilizan para estudios de densidad y mineralización ósea, también permiten calcular el tamaño de diferentes compartimentos corporales. Las técnicas de imagen corporal son las últimas apli-

cadadas a la determinación de la composición corporal, éstas son la imagen por resonancia magnética nuclear (MRI) y la tomografía axial computerizada (TAC).

**2.3. Bioquímico**

La evaluación bioquímica del estado nutricional es un método que acompaña habitualmente a los métodos dietéticos ya que los complementan y aclaran, determinando las causas de los distintos déficits nutricionales. Se basa en la aplicación de distintas pruebas de laboratorio que determinan parámetros relacionados con el estatus corporal de distintos nutrientes (macro y micronutrientes).

En los últimos años, la progresión de los métodos analíticos en sensibilidad, rapidez, reproducibilidad y automatización, la aparición de los micrométodos y el progreso de la instrumentación analítica, ha permitido que la evaluación bioquímica del estado nutricional sea de gran importancia. Entre estas pruebas se encuentran:

- Medidas estáticas del nutriente en estudio como la determinación en muestras de sangre u orina de yodo, folato, etc.
- Medida de un metabolito del nutriente como, por ejemplo, ácido piridóxico para la vitamina B<sub>6</sub>, N<sup>7</sup>-metil-nicotinamida para la niacina, etc.
- Pruebas funcionales, como actividades enzimáticas, transaminasas, etc.
- Metabolitos anormales, como homocisteína, metilmalonato, etc.
- Productos del nutriente en estudio, como hemoglobina, albúmina, etc.
- Pruebas de carga o saturación, como saturación de transferina para estatus de hierro.
- Otros procedimientos, como isótopos estables, composición corporal.

A caballo entre la valoración bioquímica y clínica se pueden utilizar distintos parámetros y medidas funcionales que se relacionan con el estado nutricional y el déficit o exceso de diferentes nutrientes. Algunos de ellos son electrorretinograma (ERG), pruebas de adaptación a la oscuridad, EEG, fragilidad capilar, pruebas gustativas, cambios neurológicos, cambios psicológicos y comportamentales.

**2.4. Clínico**

Es el método más simple y práctico para estudiar el estado nutricional de un grupo de individuos, como

deportistas. Utiliza distintos signos y síntomas (específicos o no específicos) de los cuales se conoce que están relacionados con malnutrición y deficiencia de micronutrientes. El examen físico debe prestar atención a órganos y tejidos como el pelo, boca, lengua, encías, piel, ojos, músculos, huesos y glándulas endocrinas (Tabla 28.3).

Las ventajas de este método son su rapidez y sencillez, es barato y no invasivo, sin embargo tiene la limitación de que no detecta alteraciones precoces (Gil, 2005).

### 3. PAPEL DE LA INFORMÁTICA EN LOS ESTUDIOS NUTRICIONALES

Hoy día la informática y el uso de ordenadores en todos los campos del saber se ha generalizado y no se concibe un puesto de trabajo sin un ordenador cercano. En el campo de la nutrición, los profesionales deben utilizar una serie de herramientas informáticas que facilitan el manejo de grandes cantidades de datos y la realización de cálculos repetidos y algunos complejos (Hogge *et al.*, 2006).

**Tabla 28.3.** Signos y síntomas relacionados con alteraciones nutricionales.

Localización	Signos/Síntomas	Nutriente deficitario
Pelo.	Falta de lustre o brillo, ralo y débil, fácil de arrancar, despigmentación, bandas alternativas claras y oscuras.	Energía, proteína.
Cara.	Seborrea naso-labial, despigmentación difusa, palidez.	Riboflavina Hierro
Ojos.	Palidez de la conjuntiva. Escasa adaptación a la oscuridad, puntos de Bitot, xerosis corneal conjuntival, papiledema, Blefaritis angular Hemorragia intraocular.	Hierro Retinol
Labios.	Estomatitis angular bilateral. Queilosis.	Riboflavina Riboflavina, Niacina
Lengua.	Lengua escarlata, aspereza lingual. Lengua magenta. Glositis (roja agrandada, de buey) Atrofia de papilas filiformes.	Niacina Riboflavina Ácido fólico, cobalamina, hierro, niacina, riboflavina. Ácido fólico, cobalamina, hierro, niacina, riboflavina.
Dientes.	Caries.	Flúor
Encías.	Esponjosas, pálidas, sangrantes, desvanecimiento, tumefactas.	Hierro, ácido ascórbico.
Sistema endocrino.	Aumento de tamaño de parótidas y tiroides.	Yodo, proteína.
Piel.	Púrpura. Hiperpigmentación. Dermatitis descamante. Hiperqueratosis folicular, xerosis, dermatosis en mosaico. Hemorragias petequiales. Engrosamiento/pigmentación en los puntos de presión y áreas expuestas al sol. Dermatitis escrotal y vulvar.	Vitamina K Energía, ácido fólico, cobalamina, niacina, biotina, ácidos grasos esenciales, zinc, piridoxina. Retinol, ácidos grasos esenciales, ácido ascórbico. Ácido ascórbico, niacina Riboflavina.
Uñas.	Coiloniquia (uña en cuchara), palidez.	Hierro
Tejidos subcutáneos.	Descenso de grasa. Edema.	Energía Proteína, tiamina.
Sistema músculo-esquelético.	Ablandamiento de los huesos del cráneo, frente prominente, rodillas pegadas, costillas arrosariadas, piernas arqueadas, hemorragia músculo-esquelética.	Energía, proteína, vitamina D, ácido ascórbico.
Sistema cardiovascular.	Cardiomegalia, taquicardia, fallo coronario, beriberi húmedo.	Tiamina
Sistema nervioso.	Confusión mental, encefalopatía, <i>calf tenderness</i> , pérdida sensorial, debilidad motora, beriberi seco, ausencia bilateral de sacudidas del tobillo y rodilla.	Tiamina, cobalamina.
Sistema gastrointestinal.	Hepatomegalia.	Proteína

Para la valoración del estado nutricional se han desarrollado diversas aplicaciones informáticas que facilitan la aplicación de los métodos antes descritos.

La aplicación de la tecnología informática a los estudios nutricionales supone, en síntesis, la utilización de un ordenador y el uso de aplicaciones informáticas específicas para las tareas que pretendemos realizar, en este caso estaríamos hablando de aplicaciones informáticas nutricionales.

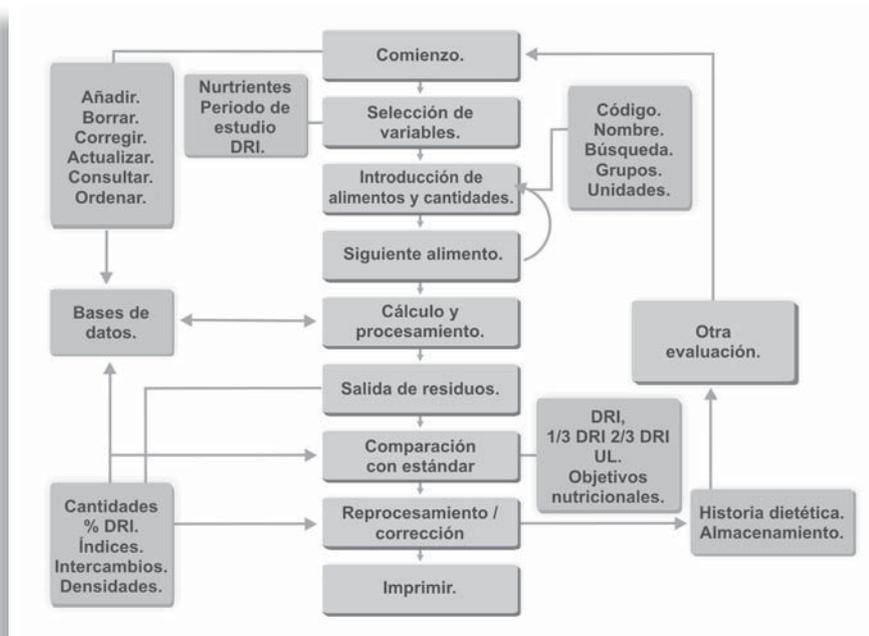
Las ventajas de la utilización de este tipo de tecnología se relacionan con la mayor exactitud y reproducibilidad de las tareas realizadas por un ordenador. En este tipo de estudios nutricionales la realización de cálculos repetitivos como puede ser la transformación de alimentos en nutrientes, es muy frecuente, por lo que el ordenador puede realizarlos de forma muy rápida y difícilmente se va a deslizar un error en el proceso si la aplicación que utilizamos es correcta. Por otra parte, el ordenador, gracias a la aplicación nutricional, puede realizar tareas muy complicadas que supondrían, sin su ayuda, un gran consumo de tiempo y esfuerzo personal. Así, el ordenador puede procesar gran número de variables (ingestas de los distintos nutrientes y alimentos, variables socioeconómicas, parámetros antropométricos, parámetros clínicos y bioquímicos, imágenes diagnósticas, etc.) de forma simultánea y además tienen una gran capacidad para ordenar y correlacionar grandes grupos de datos de la forma que necesitemos.

Otra función importante para el trabajo en nutrición es la capacidad que tiene el ordenador de almacenar grandes cantidades de información en poco espacio utilizando soportes de distinta naturaleza (magnéticos, ópticos, mixtos, etc.) con un importante ahorro de espacio. Además, los datos almacenados pueden recuperarse de forma rápida y personalizada en función de las necesidades del usuario o de los objetivos del estudio.

Las aplicaciones específicas para los estudios nutricionales, en los últimos años se han multiplicado de forma importante, de manera que podemos encontrar cierta dificultad en decidir qué aplicación es la más conveniente en función de nuestras necesidades. En este sentido, en el apartado siguiente analizaremos cuáles deben ser las características de una aplicación nutricional y qué elementos de ella deben servirnos como guía para elegir una u otra.

### 3.1. Software para evaluación nutricional

Para la planificación de una aplicación informática nutricional o software nutricional se debe seguir un diagrama de flujo en el que se recojan todos los pasos del esquema de trabajo de dicha aplicación para llegar a los resultados deseados. En la Figura 28.5 se recoge el diagrama de flujo básico de una aplicación informática nutricional.



**Figura 28.5.** Diagrama de flujo de las características de una aplicación nutricional para la evaluación dietética (modificado de Gil, 2005).

La entrada de información sería el primer paso. Debemos definir las ingestas dietéticas recomendadas (DRI) con las que queremos trabajar, así podemos definir un grupo de gimnastas sometidos a control de peso, los componentes de un equipo de baloncesto, etc. Habría que especificar qué nutrientes se van a analizar en función de los objetivos del estudio (hierro, folatos, vitamina B<sub>12</sub>, cobre para la incidencia de anemia; calcio, fósforo, vitamina D y magnesio en osteoporosis, energía y proteína para masa muscular) y el tiempo que va a durar el estudio (recuerdo de 24 horas, registros de ingesta de tres, cinco o siete días, etc.). Es necesario establecer el nivel de actividad física del colectivo o individuo objeto de estudio, imprescindible para establecer las necesidades calóricas individuales.

El siguiente paso es introducir los alimentos consumidos y las cantidades en que se consumen. Se puede trabajar con alimentos crudos o cocinados. En el caso de estos últimos debemos introducir algoritmos que tengan en cuenta los cambios en el peso y en el contenido en nutrientes (pérdidas o ganancias de peso del alimento tras su procesamiento en la cocina) y las pérdidas de distintos nutrientes tras el tratamiento térmico, de lavado, etc., al que son sometidos. Esto último nos permite el cálculo del valor nutricional de recetas.

La introducción de la cantidad de alimento ingerido que puede hacerse en unidades de peso o volumen o bien recurrir a las medidas caseras, previamente valoradas en las unidades anteriores, todos los datos de alimentos y recetas deben ser introducidos por comidas, con objeto de facilitar y enriquecer el análisis posterior.

En la Figura 28.6 se recoge como ejemplo una pantalla de introducción de alimentos y otra de evaluación de la dieta correspondiente a una aplicación informática nutricional (Mañas y Martínez de Victoria, 2004).

Una vez concluida la entrada de datos alimentarios comienza la etapa de cálculo y procesamiento de los datos introducidos. En esta etapa tiene una importancia decisiva la base de datos de composición en nutrientes de los alimentos o tablas de composición de alimentos. En el mundo existen muchas tablas y bases de datos de composición de alimentos. Muchos países poseen o unas tablas de composición de alimentos o una base de datos de alimentos que contiene los alimentos más consumidos en ese país y lógicamente las recetas pertenecientes a sus tradiciones gastronómicas y culinarias.

Actualmente se están haciendo intentos de unificar las distintas bases de datos de los países de la Unión Europea con objeto de que los estudios nutricionales tengan una uniformidad en todos ellos y los estudios realizados en distintos países sean comparables. En este momento existe una Red de Excelencia del VI Programa Marco de Investigación Científica y Técnica para la elaboración de una base de datos de alimentos de los países europeos (EUROFIR). Paralelamente se está elaborando la base de datos española (BDECA).

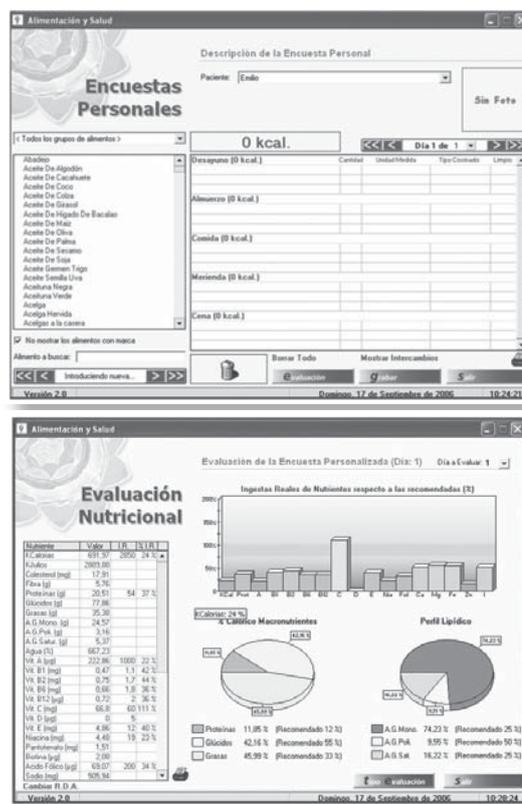


Figura 28.6. Captura de dos pantallas de una aplicación nutricional. En la parte superior la pantalla para la introducción de alimentos en la encuesta dietética. En la parte inferior pantalla de evaluación de la dieta (Alimentación y Salud. Mañas y Martínez de Victoria, INYTA, General ASDE y CSG Software, 2004).

El mantenimiento y actualización de las tablas de composición de alimentos informatizadas (bases de datos de alimentos) son imprescindibles para poder trabajar con fiabilidad y obtener resultados exactos sobre la ingesta de nutrientes. Para ello, estas bases de datos deben ser modificables en el sentido de poder añadir nuevos alimentos, modificar la información de los que ya existen, borrar alimentos, ordenar alimentos, etc.

La siguiente etapa es la presentación de resultados. El tipo y el número de ellos dependerá de la aplicación utilizada y qué tipo de información tenga su base de datos y los algoritmos que tenga programados.

Así, aparte de la composición en nutrientes de los alimentos ingeridos y recogidos en la encuesta alimentaria, la aplicación puede presentar porcentajes de energía procedentes de los distintos macronutrientes, perfiles de ácidos grasos ingeridos, las densidades calórica y nutricional de la dieta, distintos índices de importancia nutricional (relación Ca:P, relación ácidos grasos saturados:ácidos grasos insaturados, etc.) y el número de intercambios de los distintos grupos de alimentos que componen la dieta.

La aplicación debe tener la posibilidad de comparar los resultados de ingesta de alimentos y nutrientes con valores de referencia (DRI), objetivos nutricionales y guías alimentarias para una determinada población o grupo. Las bases de datos que contienen los valores de referencia deben poder ser actualizadas y modificadas en cualquier momento con las nuevas revisiones que de todas ellas se realizan periódicamente en cada país.

Una vez que todos los resultados y comparaciones son presentados en pantalla, debe existir la opción de ser almacenados en el ordenador de manera que puedan ser recuperados y utilizados en cualquier momento. También debe contemplar la posibilidad de impresión en papel de estos resultados de forma clara y ordenada.

### 3.2. Criterios de valoración

A la hora de evaluar una aplicación informática nutricional debemos analizar una serie de características que nos ayuden a elegir la más adecuada para el tipo de estudio que vamos a realizar.

La primera característica a evaluar es si la aplicación que vamos a adquirir es compatible con el sistema operativo que tenemos instalado en nuestro ordenador.

A la hora de analizar las entradas de alimentos debemos fijarnos en la rapidez de entrada, esto es importante si se tiene en cuenta que en algunos casos se deben introducir un número elevado de alimentos. Otro punto a considerar es si se pueden utilizar distintas unidades y medidas para la cantidad ingerida y no sólo unidades de peso y volumen (por ejemplo, medidas caseras como vasos, cucharadas, tazones, etc.).

El sistema de análisis nutricional de la aplicación es clave en función del tipo de estudio a desarrollar. En este sentido debemos analizar las siguientes características: a) el número de nutrientes que analiza; b) si analiza algunos fitoquímicos y otros compuestos (fitosteroles, fenólicos, ácidos grasos trans, aminoácidos, etc.); c) cantidad de valores perdidos de la base de datos; d) porcentaje de las ingestas recomendadas cubiertas; e) porcentaje de la energía que aportan los macronutrientes; f) densidad calórica y de nutrientes; g) costes de los alimentos y dietas; h) cocientes e índices (Ca:P, ácidos grasos saturados:ácidos grasos poliinsaturados, etc.); i) pérdida de nutrientes por tratamientos culinarios; j) intercambios de los distintos grupos de alimentos de la dieta, y k) recetas.

Otra característica útil es si el sistema de análisis puede valorar la ingesta alimentaria, y por tanto la de nutrientes en distintos periodos de tiempo (mensual, semanal, diario) y en diferentes comidas (desayuno, almuerzo, merienda, cena, etc.).

Otro aspecto a valorar es si los resultados nos los muestra en un formato claro. Independientemente del formato de pantalla debemos conocer si el texto es exportable a formatos estándar de distintos tratamientos de texto disponibles en el mercado. Respecto a los gráficos, al igual que el texto, deben poder almacenarse en formatos estándar (jpg, tiff, gif, bmp, etc.) para poder ser manipulados por aplicaciones de imágenes y ser incluidos en documentos mixtos con texto e imágenes.

Las opciones de exportación de las encuestas alimentarias para la creación de una matriz de datos con los resultados de las encuestas para su posterior tratamiento estadístico. Algunas aplicaciones informáticas permiten la exportación de las valoraciones en nutrientes y otros parámetros (índices, densidades, etc.) a ficheros de texto ASCII, Excel, Access. Estos ficheros pueden ser después recuperados por distintas aplicaciones (hojas de cálculo, aplicaciones estadísticas, bases de datos, etc.) para que se puedan realizar los tratamientos y transformaciones que deseemos.

El núcleo de las aplicaciones nutricionales lo constituye sus bases de datos, y en especial la base de datos de composición de alimentos. También tienen su importancia las bases de datos de las ingestas recomendadas, objetivos nutricionales, guías alimentarias, etc., necesarias para la comparación de los datos analizados por la aplicación con los valores de referencia. Una característica que se debe valorar es que la aplicación pueda trabajar con distintas bases de datos o que su estructura permita la personalización por el usuario de esas bases

de datos. También habría que valorar si la aplicación incluye análisis de actividad física, una base de datos con los gastos, expresados en equivalentes metabólicos correspondientes a cualquier actividad diaria, deportiva o no; así, esta base de datos debe incluir actividades diarias (domésticas, recreativas, etc.).

Si la aplicación incluye evaluación antropométrica deberá contener bases de datos con los valores de referencia de IMC, porcentajes de grasa corporal, somatotipos, etc. En la valoración bioquímica es importante tener los valores de referencia de las pruebas de laboratorio que realizamos, como son los parámetros sanguíneos, urinarios, etc. Por último, la inclusión de una hoja para la valoración clínica, que nos haga un recorrido por los órganos y los signos y síntomas relacionados con los trastornos nutricionales (véase Tabla 28.3) es importante.

### 3.3. Métodos para el diseño de dietas para deportistas. Sistema de intercambios

El diseño de dietas para deportistas se realiza a partir de los conocimientos del gasto calórico específico del deporte que practica y teniendo en cuenta los objetivos nutricionales y las guías alimentarias elaboradas para conseguir una dieta equilibrada y saludable y que, además, permita un redimiendo físico óptimo.

Para el cálculo de las necesidades calóricas específicas es necesario calcular el nivel de actividad física (NAF) a partir de los datos de edad peso, talla y gastos calóricos por actividades cotidianas (pasear, tocar un instrumento musical, ver televisión, etc.), profesionales (tipo de empleo) y deportivas (entrenamientos, competiciones, etc.). A partir de una base de datos de gastos calóricos por actividad y utilizando fórmulas desarrolladas para tal fin, podemos determinar el NAF, y a partir de él, las necesidades calóricas diarias. También podemos calcular el gasto calórico, y por tanto, las necesidades diarias mediante calorimetría directa o indirecta.

Una vez determinado el nivel calórico de la dieta debemos calcular los porcentajes calóricos de los distintos macronutrientes (véase Capítulo 19 Principios generales de nutrición). En el caso de deportistas, estos porcentajes calóricos se adaptarán e las necesidades específicas de cada deporte (aerobios, anaerobios, de contacto, con regulación de peso). Sin embargo, y en cualquier caso, se tenderá a una dieta

equilibrada y variada que contenga alimentos de los diferentes grupos (leche y derivados, cereales y derivados, frutas, verduras y hortalizas, carne, pescado, huevos y legumbres, grasas y aceites).

Para elaborar menús ajustados en energía y que contengan las proporciones adecuadas de macro y micronutrientes se utiliza el llamado sistema de intercambios. Este método fue desarrollado por la Asociación Americana de Diabetes (ADA) para los pacientes que padecían esta enfermedad. Los diabéticos deben seguir, durante todo el periodo de su enfermedad y sometidos a un tratamiento con insulina o antidiabéticos orales, una dieta controlada que minimice los periodos de hiperglucemia y evite episodios de hipoglucemia. Este sistema permite además planificar comidas variadas y personalizadas que cada individuo puede elaborarse. Las principales ventajas de este sistema, frente al de menús, es su flexibilidad, libertad de elección, adaptabilidad a horarios, oferta alimentaria, estacionalidad, gustos, capacidad económica, etc. Y además permite la creatividad del paciente. Los inconvenientes son que se necesita adiestramiento y un mínimo deseo de aprendizaje.

La mecánica para elaborar una dieta por el sistema de intercambios es la siguiente: Los alimentos se clasifican en seis grupos: leche y derivados, cereales y derivados (incluye patatas), frutas, verduras y hortalizas, carne, pescados, huevos, legumbres y grasas y aceites. Para cada grupo, en función de su macronutriente mayoritario, se define el tamaño de un intercambio, que se define como la cantidad de un alimento que aporta unas calorías determinadas y una cantidad fija del nutriente mayoritario de cada grupo. Hay que especificar que hay dos grupos que aportan proteína como nutriente mayoritario, los lácteos y las carnes, pescados, huevos; la razón de que estén los dos es que el primero aporta, de manera muy específica, un mineral de gran importancia, el calcio. En la Tabla 28.4 se recogen los nutrientes y energía de un intercambio que aportan los distintos grupos de alimentos.

Teniendo en cuenta estos intercambios, las necesidades totales de energía y los porcentajes calóricos y gramos (dividiendo las calorías por las calorías por gramo que tiene cada uno) de los tres macronutrientes (proteína 12%, grasa 33% e hidratos de Carbono 55%) y teniendo en cuenta las raciones indicativas que deben aportar cada uno, se elabora una tabla de intercambios. Desde el punto de vista práctico debemos ajustar la cantidad de proteína primero ya que es un nutriente necesario para funciones plásticas y no

sólo aporta calorías, después los hidratos de carbono, incluyendo todos los grupos que los contienen y por último ajustaremos las grasas, descontando primero las que contienen los alimentos de otros grupos (lácteos y carnes principalmente) y después calculando, con la cantidad que falte, la grasa de adición. Toda esta mecánica puede facilitar el uso de una aplicación informática que nos calcula los intercambios totales de cada grupo y su distribución en las distintas comi-

das del día, elaborándonos la tabla de intercambios y calculando, de forma automática, las cantidades de cada uno de los alimentos de cada grupo que corresponderían a un intercambio. Después, podríamos elaborar un menú y la aplicación nos iría contando los intercambios cubiertos de cada grupo hasta completar la tabla. La aplicación informática Alimentación y Salud (ver Figura 28.6) permite la elaboración de menús por intercambios.

**Tabla 28.4.** Lista de intercambios de los distintos grupos de alimentos.

Grupo	Calorías (kcal)	Aporte de macronutrientes <sup>1</sup>	Alimentos
Cereales y derivados (6 o más intercambios).	80	15g HC, 3g P, 1g G.	Pan, cereales de desayuno, arroz, pasta, etc.
Verduras y hortalizas (3-5 intercambios).	25	5g HC, 2g P.	Lechuga, tomate, pimientos, brócoli, zanahoria, col, cebolla, calabacino, etc.
Frutas (2-4 intercambios).	60	15g HC.	Plátano, pera, manzana, naranja, pomelo, cerezas, fresas, etc.
Carnes, pescados huevos, legumbres (5-7 intercambios).	35-145	7g P, 0-13g G.	Pollo, ternera, cerdo, merluza, boquerón, caballa, judías, almendras, etc.
Lácteos (2-3 intercambios).	80-150	12g HC, 8g P, 0-8g G.	Leche, yogur, quesos, etc.
Grasas y aceites.	45	5g G.	Aceites vegetales, mantequilla, tocino, etc.

# Trastornos de la conducta alimentaria en relación con la actividad física y el deporte

Sara Márquez Rosa y Javier González Gallego

## OBJETIVOS

- Definir los trastornos de la conducta alimentaria.
- Conocer las características clínicas y los criterios diagnósticos de anorexia y bulimia.
- Identificar los factores desencadenantes y los factores de riesgo de los trastornos de la conducta alimentaria.
- Analizar los comportamientos alimentarios patológicos en el deporte.
- Conocer los métodos de tratamiento y prevención de los trastornos de la conducta alimentaria.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los trastornos de la conducta alimentaria tienden a aparecer como consecuencia de la mezcla de factores individuales, socioculturales, familiares y biológicos. El resultado es que pueden amenazar al bienestar físico y psicológico del sujeto e incluso llevar a algunas personas a enfermar o a la muerte (González Gallego *et al.*, 2006). Los dos tipos de trastornos de la conducta alimentaria más definidos son la anorexia y la bulimia (APA, 1987). Se ha centrado más la atención en el primero, aunque la anorexia y la bulimia pueden estar relacionadas. Por otra parte, existen los denominados trastornos del comportamiento alimentario no especificados o TCA-NE, que aunque no se corresponden con los criterios diagnósticos para anorexia nerviosa y bulimia, sí se encuentran con frecuencia en la práctica clínica. Estas patologías se han encontrado a lo largo de toda la vida, aunque son más frecuentes durante la adolescencia (12-18 años) y a pesar de que se pueden dar en ambos sexos, aparecen principalmente en el sexo femenino (Dossil, 2003). Este hecho es de gran importancia, ya que cada vez son más las mujeres que practican deporte y, por

tanto, también son más las que pueden verse afectadas por el problema (Brownell *et al.*, 1992). Las chicas muestran en general una mayor inestabilidad de la autoimagen, menor autoestima e insatisfacción con su cuerpo mayor que los chicos (Rome, 2003).

En cuanto a la prevalencia, se cree que alrededor de un 1% de la población padece anorexia y un 1-3% bulimia. La anorexia se manifiesta sobre todo en el sexo femenino, dándose una proporción de 9 a 1 respecto a los hombres y el 93% de los pacientes tienen edades comprendidas entre los 14 y los 23 años (Hoel, 2006). No obstante, la incidencia se está incrementando en los últimos años, ampliándose el abanico de edades, al igual que el porcentaje de chicos que la padecen. En cuanto a la duración del trastorno, los estudios demuestran que no es inferior a dos años y que el pronóstico de recuperación oscila entre el 40-60%. El 5% de los sujetos pueden llegar a fallecer por causa de esta enfermedad y el resto tienen una alta probabilidad de cronificación, todo ello en cuatro a ocho años de seguimiento (Thompson y Sherman, 1993).

La incidencia de los trastornos alimentarios es superior en grupos de población que están sometidos a una influencia sociocultural más intensa, lo que

ocurre en todas aquéllas personas que llevan a cabo actividades relacionadas con el cuerpo y que pueden requerir una imagen esbelta y de delgadez (Bardote-Cone *et al.*, 2007). La existencia de este tipo de referencias es especialmente influyente y desarrollada en diversos tipos de deportes (Garner y Garfinkel, 1980) y el término “anorexia atlética” se utiliza para referirse al conjunto de comportamientos alimentarios subclínicos presentes en los deportistas. Entre las características comunes podemos encontrar baja autoestima, una imagen corporal distorsionada en la que el cuerpo es percibido con un exceso de peso, culpabilidad, ineficiencia, perfeccionismo (ya que el sujeto percibe que puede siempre conseguir más y hacerlo mejor) y un sentido de pérdida de control, con un mecanismo compensatorio ejercido a través de la manipulación de la comida (Yates, 1992; Sodersten *et al.*, 2006).

## 2. CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS

### 2.1. Características clínicas de la anorexia nerviosa

La anorexia se ha descrito como una alteración del comportamiento alimentario debida a una excesiva preocupación por la imagen corporal, con el deseo de poseer una extrema delgadez, y una consideración anormalmente aumentada del peso (miedo a engordar). Todo lo anterior puede conducir al sujeto a intentar rebajar su peso mediante diversos métodos —además de reducir la ingesta— tales como el abuso de laxantes y exceso de ejercicio físico (Toro y Villardell, 1987). Se sabe que hay individuos que por determinadas razones están más predispuestos a desarrollar estos trastornos, es decir, existen poblaciones de riesgo, y los deportistas constituyen uno de esos grupos de riesgo. La práctica de determinados deportes puede hacer que los sujetos tomen cualquier tipo de medidas con el objeto de lograr, al precio que sea, una imagen corporal que se ajuste al canon establecido (Prakasa y Overman, 1986).

La anorexia nerviosa es fácil de detectar porque difícilmente se puede ocultar una delgadez extrema. Al inicio sus síntomas son los de una fuerte anemia, provocada por una dieta insuficiente, con pesadez en las piernas, cansancio y mareos. El número de glóbulos rojos se reduce hasta los tres millones en lugar de los 4,3-4,5 millones que se consideran normales en las mujeres. En este estadio la enfermedad se puede solucionar con el aporte de hierro, bien con la dieta,

bien a dosis terapéuticas (vía oral o parenteral) o combinando ambos tratamientos. Si no se toman medidas, la paciente pasará de tener los síntomas de una dieta deficiente a tener los síntomas de la anorexia nerviosa (Hsu, 1990).

Una característica médica importante es la amenorrea, con alteración del metabolismo de los estrógenos, que puede llevar a una pérdida de densidad ósea y al desarrollo de osteoporosis y fracturas. Son frecuentes las alteraciones del sistema digestivo, con vómitos, pérdida de apetito y pancreatitis, y del sistema cardiovascular, con bradicardia; y existe la posibilidad de fallos cardíacos tanto durante la enfermedad como durante el tratamiento. Asimismo se desarrollan hipotermia y deshidratación, esta última relacionada con la pérdida de fluidos, vómitos, uso de laxantes o abuso de diuréticos (Walholdtz y Andersen, 1990). Pueden aparecer complicaciones renales, anomalías hematológicas e incluso del sistema nervioso central. Como se ha indicado, de un 5 al 6% de las personas afectadas mueren, fundamentalmente debido a fallo cardíaco o suicidio. Para los que superan la enfermedad, las secuelas varían de acuerdo con la severidad y cronicidad del trastorno.

Desde el punto de vista bioquímico se detectan alteraciones del metabolismo del hierro (la anemia es frecuente), aumento de los niveles de transaminasas, hipoglucemia, disminución de la sérica, alteraciones de la función tiroidea (con disminuciones de la T4), hipofosfatemia, e hipocolesterolemia (con reducción de HDL y LDL).

En cuanto a las características psicológicas de la anorexia nerviosa, es difícil determinar si los problemas psicológicos causan la anorexia o si son el resultado del desorden. Sin embargo, si los problemas psicológicos preceden a la aparición de la anorexia, son exacerbados por el trastorno. Entre dichos problemas destacan perfeccionismo excesivo, obsesión, introversión social, rigidez de pensamiento, dependencia, deseo de complacer y autonegación. Algunas características emocionales como ansiedad, miedo y depresión, también tienden a empeorar con la severidad y cronicidad del desorden. En general, los factores de personalidad o características psicológicas asociadas con la anorexia tienden a ser resistentes y es poco probable que cambien con la edad (Andersen, 1986).

El *Manual diagnóstico y estadístico de trastornos mentales* editado por la Asociación Psiquiátrica Americana (DSM-IV; APA, 1994), y la Organización Mundial de la Salud en la *Clasificación estadística internacional de enfermedades y problemas relacio-*

*nados con la salud* (CIE-10, 1992), establecen una serie de criterios para el diagnóstico de la anorexia nerviosa que se resumen en la Tabla 29.1.

**Tabla 29.1.** Criterios diagnósticos de la anorexia nerviosa.

Criterios DSM-IV
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechazo a mantener el peso igual o por encima del valor mínimo normal.</li> <li>• Miedo intenso a ganar peso o convertirse en obeso.</li> <li>• Alteración de la percepción del peso o silueta corporal.</li> <li>• Presencia de amenorrea en las mujeres pospuberales.</li> </ul>
Criterios CIE-10
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida significativa de peso.</li> <li>• Distorsión de la imagen corporal.</li> <li>• Trastorno endocrino generalizado.</li> <li>• Retraso o detención de la pubertad.</li> </ul>

## 2.2. Características clínicas de la bulimia

En cuanto a la bulimia, su escenario típico es una persona que no se siente feliz en respuesta a factores predisponentes. Las personas que desarrollan bulimia empiezan practicando dietas en un esfuerzo por perder peso. Intentan pasar con una cantidad pequeña o razonable de comida, pero son incapaces de mantener el control. Para muchas de estas personas, el mantenimiento de dietas restrictivas es lo que conduce a la ingesta compulsiva (Abraham y Beumont, 1982; Hay y Bacaltchuck, 2006).

Para soslayar los efectos de la ingesta voraz, los bulímicos intentan eliminar lo que han comido a través de vómitos, laxantes y diuréticos o ejercicio excesivo. Cuando están haciendo dieta, el valor psicológico de la comida aumenta, creando un mayor deseo o avidez por los alimentos prohibidos. El individuo bulímico evita expresar los sentimientos y las emociones directamente por miedo a desagradar a los demás y, al inhibirse las emociones, aumenta el miedo o la ansiedad (Johnson y Connors, 1987).

La bulimia es mucho más complicada de detectar que la anorexia nerviosa, ya que la persona no varía su forma física: después de los atracones de comida los enfermos se provocan el vómito o se someten a purgas (actividad física, laxantes) por lo que mantienen su peso. También se da principalmente entre mujeres, pero en edades más altas que la anorexia. La ausencia de estadísticas al respecto nos impide ofrecer cifras sobre la incidencia según género, edad o clase social. Hay que tener en cuenta que las investigaciones acerca de los trastornos alimentarios se han realizado con preferencia acerca de la anorexia (Yates, 1992).

En el síndrome bulímico también existe la preocupación por el peso, aunque el síntoma más importante se caracteriza por episodios incontrolados de comida compulsiva, tras los cuales la paciente sufre sentimientos de culpabilidad y repulsa, que en la mayoría de los casos intentará mitigar autoinduciéndose el vómito. A diferencia de las mujeres anoréxicas, las bulímicas suelen ser personas con un peso normal e incluso obesas; por ello es un trastorno más difícil de detectar que la anorexia, en la que la extrema delgadez es difícil de ocultar (Mitchell, 1990). La bulímica sólo se delatará cuando busque ayuda, porque los comportamientos concretos de su enfermedad los lleva a cabo en secreto. Sin embargo ambos trastornos parecen estar relacionados, pues muchas anoréxicas padecen episodios bulímicos.

Se suelen distinguir dos tipos de anoréxicas:

- a) Las anoréxicas restrictoras. Entre ellas se encontrarían las pacientes que pierden peso exclusivamente a través de dietas y ejercicios extenuantes y en las que no se dan los episodios de comida impulsiva.
- b) Las anoréxicas bulímicas. Serían aquéllas cuyos intentos de no comer se ven interrumpidos por la ingestión incontrolada de grandes cantidades de comida, seguida normalmente de vómitos autoinducidos o toma de purgantes.

Puesto que aproximadamente el 50% de las pacientes con anorexia presentan síntomas de bulimia y dado que estas pacientes parecen moverse entre los dos síndromes en diferentes momentos de su enfermedad, se puede pensar que existe una relación entre los dos trastornos (Thompson y Sherman, 1993).

Las complicaciones médicas de la bulimia coinciden sólo parcialmente con las de la anorexia. Existe amenorrea sólo en ocasiones y también pueden aparecer simples irregularidades en la menstruación. Se desarrollan problemas dentales con erosiones en el esmalte, a consecuencia del ácido gástrico que refluye durante los vómitos. Otras alteraciones gastrointestinales son del tipo de diarreas, esofagitis y úlceras duodenales, así como deshidratación con pérdida de electrolitos (sodio y potasio) (Zipfel *et al.*, 2006). Afortunadamente muchas de estas situaciones revierten cuando desaparecen los conductas bulímicas (Mitchell y Crow, 2006).

Entre las alteraciones bioquímicas destacan la anemia frecuente, hiponatremia e hipokalemia, alcalosis metabólica (asociada con los vómitos autoinducidos), acidosis metabólica (asociada con el abuso de

laxantes), hipomagnesemia, hipoglucemia (debida a las purgas), hiperglucemia (debida a la comida compulsiva) y deshidratación.

Como ocurre con la anorexia nerviosa, muchos problemas psicológicos preceden o ayudan a producir bulimia nerviosa, mientras que otros pueden ser el resultado o exacerbarse por el trastorno. Algunos son bastante similares a los de la anorexia: es el caso de la baja autoestima, baja tolerancia a la frustración y ansiedad, inestabilidad afectiva e inexpresividad emocional (Johnson y Connors, 1987).

Muchos individuos bulímicos tienen dificultades con el alcohol o las drogas. El abuso de sustancias puede ser un intento de restablecer el equilibrio emocional en general y de disminuir la depresión en particular. Quizá el problema venga por una falta de tolerancia a la frustración y la necesidad de gratificación inmediata. También son frecuentes las conductas autodestructivas, que están relacionadas con una combinación de factores: impulsividad, depresión, abuso de sustancias y rasgos de personalidad.

Los criterios diagnósticos para la bulimia nerviosa de la Asociación Psiquiátrica Americana (DSM-IV, 1994) y de la Organización Mundial de la Salud en la Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud (CIE-10, 1992) se muestran en la Tabla 29.2:

**Tabla 29.2.** Criterios diagnósticos de la bulimia nerviosa.

Criterios DSM-IV
Presencia de episodios de voracidad (atracones). Conductas compensatorias inapropiadas (vómito, laxantes...)
Atracones y conductas inapropiadas al menos 3 veces por semana durante 3 meses.
Autoevaluación muy influida por el peso y la silueta corporal.
Criterios CIE-10
Preocupación continua por la comida.
Métodos para contrarrestar el aumento de peso (vómitos, laxantes...)
Miedo morboso a engordar.

El estudio psicológico de los trastornos de la conducta alimentaria se realiza habitualmente a través de dos cuestionarios, el EAT-26 (*Eating Attitudes Test*), (Garner y Olmsted, 1984) y el EDI (*Eating Disorder Inventory*), (Garner y Garfinkel, 1979; Garner, 1991). Véase Tabla 29.3 y Tabla 29.4.

El EAT-26 consta de 40 ítems con cinco opciones de respuesta y se consideran los siguientes factores: preocupación por el rendimiento, imagen corporal tendente a la delgadez, vómitos y abuso de laxantes,

dieta restrictiva, ingestión lenta de alimentos, ingestas clandestinas y presión social percibida para aumentar de peso.

En cuanto al EDI, se consideran criterios como motivación para adelgazar, bulimia, insatisfacción corporal, ineffectividad, perfeccionismo, desconfianza interpersonal, identificación de la interocepción y miedo a madurar.

**Tabla 29.3.** Ítems del EAT-26.

1. Me aterroriza el sobrepeso.
2. Evito comer cuando tengo hambre.
3. Me preocupa el alimento.
4. He tenido crisis de atracones en que no podía parar de comer.
5. Corto la comida en trozos pequeños.
6. Conozco la cantidad de calorías de los alimentos que como.
7. Evito los alimentos ricos en carbohidratos.
8. Siento que los demás preferirían que comiese más.
9. Vomito después de comer.
10. Me siento extremadamente culpable después de comer.
11. Me preocupa mi interés en estar más delgada.
12. Cuando hago ejercicio pienso en quemar calorías.
13. La gente piensa que estoy demasiado delgada.
14. Me preocupa el tener demasiada grasa.
15. Tardo más tiempo en comer que otras personas.
16. Evito los alimentos que tienen azúcar.
17. Tomo alimentos dietéticos.
18. Siento que el alimento controla mi vida.
19. Tengo autocontrol sobre la comida.
20. Siento que los demás me presionan para comer.
21. La comida es para mí una preocupación habitual.
22. Me siento mal cuando como dulces.
23. Hago régimen.
24. Me gusta tener el estómago vacío.
25. Disfruto probando nuevos alimentos.
26. Tengo ganas de vomitar después de las comidas.

**Tabla 29.4.** Ítems del EDI.

1. Como dulces y carbohidratos sin sentirme culpable.
2. Me asusto cuando mis sentimientos son demasiado intensos.
3. Pienso acerca de hacer dieta.
4. Me siento confusa sobre mis emociones.
5. Como cuando estoy alterada.
6. Pienso que mi estómago es demasiado grande.
7. Me siento inútil como persona.
8. Me gustaría retornar a la seguridad de la infancia.
9. Para mi familia sólo es suficiente si lo hago excepcionalmente bien.
10. Me siento abierta sobre mis sentimientos.
11. Me atiborro de comida.
12. Pienso que mis piernas son demasiado largas.
13. Me siento sola en el mundo.
14. Me gustaría ser más joven.
15. Cuando niña me esforzaba en no desilusionar a mis padres.
16. Confío en los demás.
17. Me siento muy culpable por comer demasiado.

(Continúa)

(Continuación)

18. Puedo identificar claramente mis emociones.
19. He tenido episodios de atracones en que no podía parar de comer.
20. Pienso que mi estómago tiene el tamaño justo.
21. En general siento que controlo las cosas de mi vida.
22. La época más feliz de mi vida era cuando fui niña.
23. Odio estar por debajo del mejor cuando hago algo.
24. Me comunico con facilidad con los demás.
25. Me aterroriza engordar.
26. No sé lo que ocurre en mi interior.
27. Pienso en comer en exceso.
28. Estoy satisfecha con la forma de mi cuerpo.
29. Me gustaría ser otra persona.
30. Preferiría ser un adulto más que un niño.
31. Mis padres esperaban de mí lo mejor.
32. Tengo relaciones estrechas con otras personas.
33. Exagero o magnifico la importancia del peso.
34. Me confunde el no estar segura de si tengo o no hambre.
35. Como con moderación frente a los demás pero me atiborro cuando estoy sola.
36. Me gusta la forma de mi trasero.
37. Me siento incómoda conmigo misma.
38. Las demandas de ser adulto resultan excesivas.
39. Pienso que debo hacer las cosas a la perfección o sino no hacerlas.
40. Tengo problemas en expresar mis emociones a los demás.
41. Me preocupa mi deseo de estar más delgada.
42. Me preocupa perder el control de mis sentimientos.
43. He pensado en vomitar para perder peso.
44. Pienso que mis caderas son muy anchas.
45. Me siento segura de mí misma.
46. Pienso que la gente es más feliz en la infancia.
47. Tengo metas muy elevadas.
48. Me siento feliz de no ser ya niña.
49. Si aumento de peso me preocupa el no poder parar.
50. Me siento repleta tras ingerir una pequeña comida.
51. Cuando me siento incómoda no sé si estoy triste, asustada o enfadada.
52. Como o bebo en secreto.
53. Pienso que mis piernas son del tamaño adecuado.
54. Tengo una mala opinión de mí misma.
55. Los mejores años de la vida son cuando se llega a adulto.
56. Pienso que puedo alcanzar mis objetivos.
57. Necesito mantener a la gente a distancia.
58. Pienso que mi trasero es muy grande.
59. Pienso que soy una persona valiosa.
60. Tengo sentimientos que no puedo identificar claramente.
61. Cuando me siento incómoda me preocupa el comenzar a comer.
62. Pienso que mis caderas tienen el tamaño adecuado.
63. Me siento emocionalmente vacía en mi interior.
64. Puedo hablar sobre pensamientos o sentimientos personales.

Tanto el EDI como su predecesor el EAT han sido utilizados para la evaluación de estos desórdenes, pero aunque identifican conductas, no hacen lo mismo con las características psicológicas, por lo cual son ineficaces a veces para establecer un diagnóstico. Ambos instrumentos pueden utilizarse como primera aproxima-

ción para predecir qué personas van desarrollar posibles trastornos. No obstante, tienen el inconveniente de que las respuestas pueden ser falseadas, en el sentido de desconfianza hacia los otros, o que los sujetos se cuestionen por qué se está administrando, o simplemente se nieguen a que alguien pueda identificar el problema.

### 3. COMPORTAMIENTOS ALIMENTARIOS PATOLÓGICOS EN EL DEPORTE

El deportista con trastornos de la conducta alimentaria es un miembro de una población especial con un problema especial (Márquez, 2008). A diferencia de los no deportistas con las mismas alteraciones, el deportista que las tiene o está predispuesto a tenerlas, presenta ciertas dificultades que se complican por el entorno deportivo en el que se desenvuelve, que puede sobre enfatizar la ejecución (relacionar una buena ejecución con un cuerpo delgado), así como demandar un cuerpo con forma o peso ideales (Bachner Merman *et al.*, 2006). Este ideal a menudo implica la pérdida de peso o grasa corporal, lo que puede precipitar el trastorno alimentario en un deportista predispuesto a padecerlo, o incluso exacerbar uno ya existente (Byrne y McLean, 2001). Además, el entorno deportivo puede no sólo precipitar o empeorar una patología, sino también legitimizarla, haciendo para los deportistas más fácil el sufrirla y ocultarla y más difícil la identificación y tratamiento ulteriores (Dick, 1991).

Esta presión social incluso afecta más a ciertos deportes como la gimnasia rítmica, el patinaje o las carreras de fondo, en los que la delgadez es un factor importante para ganar y tener éxito. Los deportes en los que resulta más relevante considerar los aspectos psicológicos de la alimentación del deportista son aquellos en los que existe presión por perder peso o por mantener un peso bajo, ya que en ellos es donde surgen más comportamientos alimentarios patológicos (Pérez Recio *et al.*, 1992; Sundgot-Borgen y Torsveit, 2004).

Muchos de los rasgos o características que poseen los deportistas con trastornos de la alimentación pueden encontrarse en deportistas de elite; son condescendientes, deseosos y dispuestos a trabajar duro, perfeccionistas y capaces de resistir el dolor, y con una alta motivación de logro (búsqueda de la ejecución perfecta).

El deportista con trastornos de la alimentación necesita asistencia de los otros que puede obtenerse a partir de dos fuentes: en primer lugar, los entrenadores, preparadores y otras personas implicadas en la interacción deportiva con el deportista día a día, y en segundo lugar, otros especialistas (psicólogos, fisiólogos del ejercicio) que comprendan las expectativas, demandas y presiones asociadas con el entrenamiento, la competición y la ejecución deportiva.

Las conclusiones válidas que hasta ahora se han obtenido acerca de la relación entre deporte y trastornos alimentarios son escasas (Blasco *et al.*, 1993). Las principales razones podríán resumirse en:

- a) Escasez de estudios con poblaciones de deportistas.
- b) Inadecuación de la muestra, con muestras escasas o poco representativas.
- c) Muchos estudios han fallado a la hora de establecer criterios estrictos en el ámbito diagnóstico y de medición.

### 3.1. Deportes con mayor incidencia de comportamientos alimentarios patológicos

Los deportes en los que han surgido más comportamientos alimentarios patológicos se pueden considerar divididos en cuatro grupos, en los que por diferentes motivos un peso corporal bajo es importante (Blasco *et al.*, 1993; Hulley y Hill, 2001; Ravaldi *et al.*, 2003):

- a) Deportes que establecen categorías por peso. Es el caso del boxeo, el taekwondo o la halterofilia. En estos deportes muchos atletas, para intentar competir en una categoría inferior, recurren durante semanas antes de la competición a reducciones drásticas de líquidos mediante la ingestión de diuréticos o sometándose a saunas, para más tarde poder superar el control del peso. La pérdida de peso es fundamentalmente hídrica, situación que comporta un importante riesgo.
- b) Deportes en los que un peso bajo resulta beneficioso para el desarrollo de los movimientos, como la gimnasia, o para la mejora del rendimiento en la competición, como el remo, el piragüismo o la hípica.
- c) Deportes en los que la delgadez y la buena presencia constituyen factores importantes para poder ganar y tener éxito, como la gimnasia rítmica y el patinaje artístico. La danza, aunque

no se considera deporte, también constituye un grupo de riesgo en el que se presentan con facilidad estos trastornos.

- d) Deportes de resistencia, como carreras de medio fondo, fondo y maratón.

Al igual que ocurre para la población general, las mujeres deportistas tienen patrones más anormales de peso y alimentación, y más perturbaciones emocionales características de los trastornos de la conducta alimentaria que los hombres y el fenómeno se manifiesta tanto en el ámbito del deporte de alto rendimiento como de personas que sean físicamente activas.

### 3.2. Factores de riesgo para el desarrollo de trastornos alimentarios en el deporte

Un aspecto de enorme interés lo constituyen las razones por las cuales las atletas tienen una mayor predisposición al desarrollo de trastornos alimentarios y si los desencadenantes primarios son factores de personalidad o familiares y del entorno. Es importante, por tanto, identificar aquellos factores de riesgo que ayudan a que las atletas sean más vulnerables, es decir, qué condiciones o factores desencadenantes son responsables de la conducta patológica (Sudi *et al.*, 2004; Forsberg y Lock, 2006).

#### a) Dieta

Un factor de enorme importancia parece ser el hacer dieta ya a una edad temprana. Un número significativo de atletas manifiestan que su entrenador les ha aconsejado que pierdan peso. Las atletas jóvenes son generalmente impresionables y tal recomendación puede ser percibida como un requerimiento para la mejora en la ejecución. En un estudio realizado por Rosen y Hough (1988) se comprobó, por ejemplo, que el 75% de las deportistas (gimnastas femeninas) a quienes los entrenadores habían dicho que estaban gordas usaban métodos no apropiados de adelgazamiento. A menudo las deportistas jóvenes, para agradar a su entrenador, intentan perder peso sea al precio que sea y tienen miedo de estar más gordas de lo debido.

De las diferentes investigaciones se deduce que el riesgo aumenta si no se supervisan las dietas. Muchas de estas personas no quieren que las supervisen por miedo a ser descubiertas. Además, muchos deportistas no están adecuadamente informados sobre que métodos de control del peso son apropiados, recibiendo un exceso de información a través de amigas,

dietas mágicas en las revistas, etc. Tales dietas probablemente no sean suficientes para los altos requerimientos de un entrenamiento estricto o para cubrir los requerimientos nutricionales específicos de las chicas en proceso de maduración (Brooks-Gunn *et al.*, 1988).

Un número significativo de atletas sienten que han alcanzado la menarquia demasiado pronto. Incluso alcanzándola a la edad apropiada, muchas deportistas se sienten con sobrepeso, ya que compiten en deportes en que la aparición de la menarquia suele ser tardía y en los que se piensa que el peso extra perjudica a la ejecución y quita mérito a la apariencia corporal a los ojos de los jueces (por ejemplo, en la gimnasia rítmica, patinaje o danza; Bale *et al.*, 1996). Este hecho proporciona otro incentivo hacia dietas extremas. Los sentimientos de haber alcanzado la menarquia junto con la aparición de los caracteres sexuales secundarios, suelen ser una señal de aviso así como un factor de riesgo para el desencadenamiento de las patologías alimentarias (Perry *et al.*, 1996).

#### b) Entrenamiento específico

El entrenamiento específico temprano puede estar igualmente asociado a las alteraciones de la conducta alimentaria. Dicho entrenamiento antes de una completa madurez corporal podría impedir que las atletas eligiesen el deporte más adecuado a su aspecto corporal adulto. Esto provocaría un conflicto en que la atleta lucharía para prevenir o contrarrestar los cambios físicos naturales desencadenados por el crecimiento y la maduración (Perry *et al.*, 1996).

#### c) Ejercicio extremo

El ejercicio extremo también se ha considerado un factor provocador de la anorexia nerviosa (Blasco *et al.*, 1993). Muchos de los atletas que no dan razones específicas para el comienzo de sus trastornos reconocen un gran incremento en el volumen de entrenamiento asociado a pérdida de peso. Las deportistas que aumentan su volumen de entrenamiento pueden experimentar una privación calórica, quizá debida a una disminución del apetito por cambios en los niveles de endorfinas. El exceso de entrenamiento que conduce a dicha pérdida calórica puede crear un clima psicológico o biológico favorecedor de los desórdenes alimentarios.

#### d) Pérdida del entrenador

Otro factor de riesgo puede ser la pérdida del entrenador. Algunos deportistas consideran a sus entrenadores como vitales para sus carreras deportivas.

#### e) Lesiones o enfermedades

También lesiones o enfermedades pueden ser conceptualizadas por el atleta como traumáticas y precipitar el comienzo de los problemas.

#### f) Rasgos de personalidad

Muchas de las investigaciones hasta ahora realizadas indican que ciertos rasgos de la personalidad pueden estar asociados al desarrollo de las patologías alimentarias. Por ejemplo, se ha encontrado una correlación elevada entre reactividad emocional (medida por las escala de neuroticismo del test de personalidad de Eysenck) y la preocupación acerca de la dieta y la imagen corporal en muestras no clínicas de mujeres. En un estudio llevado a cabo por Davis y Cowles (1989) se evaluó el uso de dietas en una muestra de atletas de elite y se investigaron las relaciones entre medidas objetivas y subjetivas de la imagen corporal y la relación existente con factores de personalidad y preocupación por el peso. Se comprobó que un porcentaje importante de las atletas se mostraban excesivamente preocupadas por su peso en comparación con el grupo control y que algunas, aun teniendo un peso por debajo de lo normal, manifestaban su deseo de llegar a estar más delgadas, se encontraban insatisfechas con su cuerpo y hacían dieta. Las deportistas, aunque pesaban considerablemente menos que el grupo control, tenían distorsionada la imagen corporal. En cuanto a los factores de personalidad, la reactividad emocional constituía un buen predictor de la preocupación por el peso y del futuro desarrollo de las patologías alimentarias.

#### g) Abuso de sustancias

Diversos autores han asociado el desarrollo de los trastornos de la conducta alimentaria con el abuso de sustancias, especialmente en el caso de la bulimia. Desde un punto de vista clínico se ha sugerido que quien padece un trastorno puede presentar relación con una historia familiar de abuso de sustancias, así como la existencia de una personalidad "adictiva" y de factores de tipo hereditario (Yates, 1992).

### 3.3. Factores desencadenantes y de riesgo de los trastornos de la conducta alimentaria

En su conjunto, se puede considerar en los trastornos de la conducta alimentaria la existencia de una serie de factores predisponentes, precipitantes y, por último, perpetuantes, que podrían resumirse en la Tabla 29.5:

**Tabla 29.5.** Factores desencadenantes y de riesgo de los trastornos alimentarios (adaptado de Toro y Vilardell, 1987).

Factores predisponentes
Factores genéticos. Edad (13-30 años). Sexo femenino. Trastorno afectivo. Introversión/inestabilidad. Obesidad. Nivel social medio. Familiares con trastornos afectivos o con adicciones. Obesidad materna. Valores estéticos dominantes.
Factores precipitantes
Cambios corporales adolescentes. Separaciones y pérdidas. Rupturas conyugales de los padres. Inicio de conductas sexuales. Incremento rápido de peso. Críticas con respecto al cuerpo. Enfermedades adelgazantes. Traumatismo desfigurador. Incremento de la actividad física. Acontecimientos vitales o hechos estresantes.
Factores perpetuantes
Consecuencias de la inanición. Interacción familiar. Aislamiento social. Cogniciones anoréxicas. Actividad física excesiva. Yatrogenia (efecto de una mala intervención).

Durante los últimos veinte años se ha visto incrementada la incidencia de estos desórdenes alimentarios considerablemente. Los especialistas se han planteado si existe un continuo que va desde la insatisfacción con el propio cuerpo a la emergencia de los trastornos alimentarios. Piensan que el tratamiento debe diferir para ambos grupos. En el caso de la insatisfacción corporal, la intervención debería ir encaminada a desechar los pensamientos negativos en relación con el propio cuerpo, la imagen corporal no realista y las expectativas y metas inapropiadas. En el segundo caso, el tratamiento debe ir dirigido a facilitar estrategias de afrontamiento del estrés, los miedos, la confusión afectiva y los sentimientos de ineffectividad y baja autoestima.

No se puede olvidar al considerar la etiología de estos trastornos relacionados con la ingesta de alimentos sus bases neurológicas y la posible intervención de neurotransmisores. Así, la noradrenalina aumenta o disminuye la ingesta según que actúe sobre el centro hipotalámico relacionado con la saciedad o el vincu-

lado al apetito; los agonistas de la dopamina, como las anfetaminas, producen una disminución de la ingesta, y sus antagonistas, un aumento de la ingesta proteica; la serotonina, cuyos niveles están aumentados en anoréxicas, produce una sensación de saciedad e inhibe la ingesta. En cuanto a la bulimia, se puede considerar relacionada con aumentos de los niveles de serotonina.

También pueden revestir importancia los péptidos y opioides relacionados con la alimentación. Por ejemplo, los antagonistas opiáceos, a dosis elevadas, disminuyen la ingesta en pacientes bulímicos, mientras que los agonistas aumentan la ingesta de lípidos y proteínas. También se han observado niveles plasmáticos elevados de grelina en pacientes anoréxicas con respuesta alterada a la ingesta.

Recientemente, nuevas técnicas de imagen, como la tomografía de emisión de positrones, han puesto de manifiesto la persistencia de una actividad serotoninérgica alterada en pacientes con criterios establecidos de remisión de la anorexia nerviosa (tales como normalización del peso, función menstrual normal y alimentación completa). Es posible, por tanto, que las alteraciones psicobiológicas puedan contribuir al mantenimiento de algunos de los rasgos que siguen presentando dichos pacientes, tales como ansiedad o perfeccionismo.

### 3.4. La tríada de la atleta femenina

Las mujeres que entrenan con intensidad y le dan importancia a la pérdida de peso a menudo, presentan trastornos alimentarios que, al disminuir la disponibilidad de energía, reducen el peso y la masa corporal hasta un punto en que aparecen irregularidades del ciclo menstrual (oligomenorrea con 35 a 90 días entre menstruaciones) o cesa la menstruación (desaparición al menos tres meses consecutivos) y se presenta osteoporosis (Beals y Manore, 2002; Brunet, 2005). Este conjunto constituye lo que el American College of Sports Medicine denominó en 1992 la tríada de la atleta femenina (Figura 29.1). Algunos autores prefieren simplemente denominarla tríada femenina, porque aparece también en población general físicamente activa.

Aunque la información respecto a la tríada es muy limitada, la prevalencia de la amenorrea en practicantes femeninas de deportes tales como carreras de fondo, ballet o patinaje artístico, puede establecerse entre un 25% y 65%, frente al 5% de la población general. La densidad ósea se relaciona directamente con

la regularidad menstrual y el número total de ciclos menstruales (Der, 2006).



Figura 29.1. La triada de la atleta femenina (adaptado de McArdle *et al.*, 2001).

Existe una fuerte asociación entre anorexia nerviosa y disfunción menstrual. De hecho, la amenorrea es uno de los criterios estrictos necesarios para el diagnóstico de la anorexia nerviosa en las mujeres. Con la bulimia no se ha establecido todavía una relación similar, pero se está descubriendo un creciente número de deportistas que son simultáneamente bulímicas y amenorreicas (Kazis e Iglesias, 2003).

El cese de la menstruación se ha aparejado a la desaparición del efecto protector de los estrógenos sobre el hueso, haciendo a las mujeres más vulnerables a las pérdidas de calcio, y el problema empeora por el bajo aporte de energía, proteínas y lípidos. La masa ósea puede permanecer reducida durante toda la vida, dejando abierta la posibilidad de osteoporosis y fracturas (Figura 29.2).

En estos casos el American College of Sports Medicine recomienda una aproximación múltiple en la que se debe incluir la reducción del nivel de entrenamiento, el incremento gradual del aporte total de energía, el incremento del peso corporal en un 2%-3% y el mantenimiento del aporte de calcio en 1.500 mg/día.

## 4. TRATAMIENTO Y PREVENCIÓN

### 4.1. Tratamiento

Una vez que se ha identificado el trastorno de la conducta alimentaria, deben iniciarse la terapia y el tratamiento específico. Se requiere una aplicación

de técnicas terapéuticas en un intento de modificar componentes conductuales, cognitivos y afectivos (Thompson y Sherman, 1993; American Psychiatric Association, 2003).

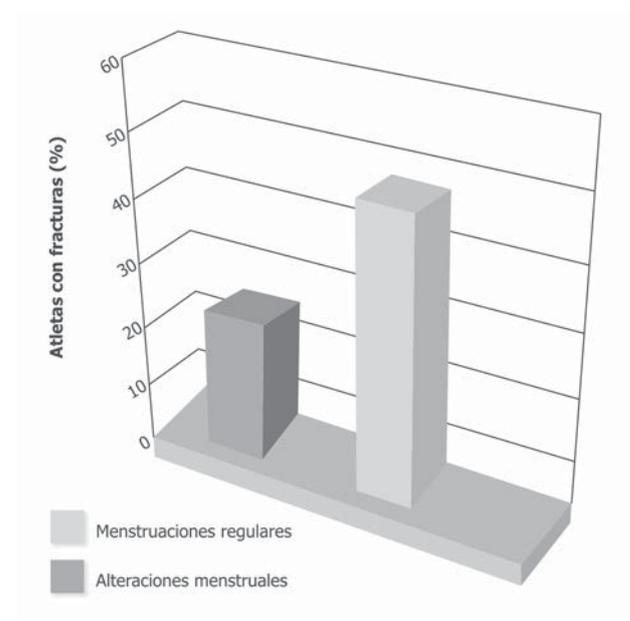


Figura 29.2. Comparación de la incidencia de fracturas en atletas con y sin alteraciones de la menstruación (adaptado de Brukner y Bennell, 1997).

### Reconocimiento del problema

El primer paso que la anoréxica debe dar hacia la recuperación es que reconozca su problema y busque ayuda. Muchas veces la paciente tiene un deterioro físico de tal cuantía que son los padres los que tienen que tomar la iniciativa de llevarla a un centro especializado. La curación de la anorexia es posible, pero no de forma simple y rápida, sino que requiere un tiempo prolongado. La anorexia debe tratarse siempre que se pueda con visitas periódicas al especialista, pero se ingresará a la paciente siempre que su pérdida de peso supere el 25-30%, sufra alguna alteración orgánica grave debido a su grado de desnutrición o tenga problemas familiares o problemas emocionales (ideas de suicidio) (Jansen, 2001).

Una limitación habitual es que muchas anoréxicas se niegan a recibir atención psicológica o médico-psiquiátrica. Su familia y amigos les tienen que hacer comprender todos los efectos perjudiciales para su salud que les puede acarrear mantenerse en su postura de adelgazar. Hay que convencerlas para que acudan a un especialista. En algunos países, como es el caso de España, existen organizaciones que ofrecen

ayuda de diferente tipo a las anoréxicas. Es por tanto interesante proporcionarles información acerca del tema, así como testimonios de otras personas que han sufrido estas alteraciones y han salido con éxito.

#### *Tratamiento multimodal*

El tratamiento de la anorexia nerviosa ha de ser multimodal y basado en la suma de farmacoterapia, terapias conductuales y psicoterapias. El tratamiento multimodal supone la colaboración de un equipo de profesionales (nutriólogos, médicos, endocrinólogos, psiquiatras, psicólogos y ginecólogos) que no sólo sean expertos, sino que también estén adiestrados en el trabajo con las personas que sufren estas alteraciones, así como que sean capaces de comprender las demandas específicas de los deportistas (Steffen, 2006). La familia y los amigos adoptarán en todo momento una actitud comprensiva y paciente y no pensar nunca que se trata de una tontería, manía o capricho injustificados (Kondo y Sokok, 2006).

Es importante el intentar reconducir los hábitos alimentarios de la paciente y mejorar su estado físico y mental mediante terapias de grupo y charlas. La detección precoz es fundamental para el proceso de recuperación y es aquí donde la familia y los amigos tienen un papel muy importante. Se aconseja que en cuanto se tenga la más mínima sospecha se acuda al médico o a alguna de las asociaciones que, como ADANER, ayudan a familiares y enfermos de toda España.

En el caso de la bulimia su curación también es viable pero a largo plazo. En esta patología la detección precoz por parte de familiares y amigos es mucho más difícil, puesto que no se producen cambios corporales tan llamativos; por tanto habrá que observar las conductas de los sujetos e intuir sus pensamientos para poder detectar los síntomas de una persona con trastornos alimentarios del tipo de la bulimia nerviosa (Mitchell *et al.*, 2007). El tratamiento, al igual que ocurre con la anorexia, es multimodal, con la actuación conjunta de varios especialistas; aunque en este caso cobran un papel más importante los psiquiatras (farmacoterapia) y los psicólogos (terapias de grupo) (Hsu, 1990).

#### a) Evaluación de la ejecución deportiva

Antes de que se inicie la intervención se debe evaluar por parte del experto en nutrición la ejecución del atleta en su deporte. Es necesario saber si se permite al atleta practicar con su equipo y, en caso de no ser así, si constituye una meta evidente. Si la paciente está participando activamente en su equipo, es necesario conocer su posición en el mismo y cuál

es su rendimiento ¿Está mejorando o por el contrario está bajando?

La autoestima de las personas que sufren los desórdenes alimentarios tiende a ser baja y a menudo se encuentra asociada con un rendimiento pobre o con expectativas no realistas. Saber cómo el atleta está ejecutando y conocer sus sentimientos hacia su propio rendimiento, así como el papel que juega el deporte en su vida, nos dará cierta facilidad para abordar el problema.

#### b) Características de la dieta

Una vez evaluada la ejecución deportiva y el papel del sujeto en el equipo, estaremos en condiciones de saber si el atleta está preparado o no para hablar de nutrición. Es necesario determinar las características de la dieta que sigue en el sentido de si es equilibrada y si toma alimentos específicos como postres o fibra. En el caso de los sujetos con bulimia, si restringe la comida durante el día y tras el entrenamiento. Si la dieta parece perfecta, puede sospecharse que la paciente quiere que el nutriólogo vea lo que ella desea (Thompson y Sherman, 1993).

#### c) Datos históricos y determinaciones analíticas

También deberían obtenerse algunos datos históricos y personales sobre el peso, incluyendo a padres y familiares. Después de ganarse la confianza del sujeto, se deben realizar determinaciones acerca del porcentaje de grasa corporal; si el sujeto se muestra ansioso en relación con este aspecto, la obtención de la información deberá prolongarse en el tiempo. Es fundamental medir el tanto por ciento de grasa corporal para poder establecer metas realistas, dependiendo del deporte que practique el sujeto (danza, patinaje, gimnasia; deportes de resistencia, como esquí, ciclismo, triatlón, o aquellos deportes que implican restricciones en el peso, como jockey, lucha, boxeo y que generalmente van más allá de los porcentajes considerados como saludables tanto para hombres como para mujeres (Perry *et al.*, 1996).

Análisis complementarios de sangre y orina ofrecerán diagnósticos diferenciales para los síntomas observados. Deberían obtenerse inicialmente, y controlarse en el tiempo, valores como hemoglobina, hematocrito, albúmina, ferritina, glucosa, potasio, sodio, colesterol y nivel de estrógenos (si se considera apropiado), especialmente al objeto de establecer si el deportista se está recuperando.

#### d) Información y asistencia

Antes de dar consejos concretos sobre nutrición hay que tener en cuenta que el individuo ha estado

viviendo en el secreto y la mentira y que sus hábitos alimentarios están basados a veces en mitos y mala información. En ocasiones los sujetos no saben qué es una dieta equilibrada y teniendo que comer en un ambiente extraño, ante los ojos de compañeros y entrenadores, probablemente les haga sentirse vigilados, pudiendo exacerbarse el estrés y el trastorno en la conducta alimentaria. Estas personas sienten que han perdido el control y piensan que tener a alguien que les diga cómo comer podría ser otra pérdida (Bernardot, 1996).

Es igualmente apropiado preguntar al individuo lo que quiere y espera del asesoramiento en nutrición, para evitar crear expectativas falsas y establecer metas realistas. Debido a la necesidad de control, son más dados a aceptar directrices generales en la dieta que el día a día. La primera misión del especialista en nutrición debería ser ofrecerles información y asistencia en cuanto a la comida en general. Si se provee a los sujetos de un plan de comidas aceptable para el atleta, psicólogos y expertos en nutrición habrán establecido la piedra angular en el tratamiento, consiguiendo cierta rutina en la vida del deportista. Este plan general de comidas puede ser también utilizado para discutir el papel de la nutrición en la salud en general.

Frecuentemente, los atletas mantienen diarios de sus entrenamientos, siendo aún más meticulosos. Establecer un patrón regular de comidas y registrar lo que consumen, así como sus experiencias con la comida, les puede ayudar a descubrir qué emociones o situaciones están en el origen de estos trastornos.

#### 4.2. Prevención y educación

Las aproximaciones educativas en la prevención de desórdenes alimentarios han sido a veces criticadas, ya que suponen la utilización y experimentación de medidas de control del peso que más que ayudar puedan precipitar hacia el trastorno. De hecho, se ha observado que en ocasiones los sujetos empezaron ciertas conductas patológicas después de seguir un programa de recuperación o de haber leído sobre el tema. Sin embargo, es importante recordar que es poco probable que sujetos con escasa predisposición hacia formas patológicas de conductas alimentarias las desarrollen. De todas maneras, los beneficios de un programa preventivo superan los posibles riesgos (Thompson y Sherman, 1993).

Es importante distinguir entre prevención secundaria y prevención primaria:

a) *Prevención secundaria.* Es la identificación temprana, intervención y tratamiento de deportistas que ya sufren estos desórdenes o constituyen una población de riesgo. En este caso, el objetivo sería acortar la duración del trastorno.

b) *Prevención primaria.* También habría que considerar la posibilidad de intentar evitar que aparezcan los problemas alimentarios dando información a los deportistas de los factores que predisponen su aparición (Garner y Rosen, 1991). Si se realizan esfuerzos preventivos en contra de estos factores desencadenantes, los profesionales tienen opciones limitadas ya que existe un escaso control sobre factores tales como aspectos individuales, familiares, biológicos, y sólo existe alguna posibilidad con los socioculturales. En este sentido, se debe considerar la importancia que la sociedad da a estar delgado y que es esto precisamente lo que precipita el inicio de las dietas.

El principal objetivo en la educación del deportista es aclarar mitos y errores debidos a una desinformación en relación con pérdida de peso y peso ideal, composición corporal y su relación con el rendimiento deportivo. Una posible forma de evitar un efecto contradictorio es focalizar menos la atención en explicar estos desórdenes y más en ofrecer información contrastada y específica (Thompson y Sherman, 1993).

Por tanto la primera meta educativa es dar información sobre éstos y otros factores relacionados con el ambiente deportivo en un esfuerzo por reducir la desinformación o los mitos que pueden conducir a los sujetos a implicarse en conductas poco saludables o incluso contraproducentes. La Tabla.29.6 da un resumen de lo que se debe y no se debe hacer en el asesoramiento a deportistas con trastornos de la conducta alimentaria.

**Tabla 29.6.** Asesoramiento en los trastornos de la conducta alimentaria (adaptado de Márquez, 1998).

Qué hacer	Qué no hacer
Solicitar ayuda y consejo de especialistas.	Pedir que dejen de hacer ejercicio, a menos que sea aconsejable.
Ser comprensivos pero directos.	Recomendar el ganar o perder peso.
Enfatizar la importancia de una buena nutrición a largo plazo.	Hablar acerca del problema con no profesionales.
Referirse a otras personas que han tenido el mismo trastorno.	Demandar que el problema cese de inmediato.

(Continúa)

*(Continúa)*

Qué hacer	Qué no hacer
Dar información precisa acerca de los trastornos alimentarios.	Hacer observaciones poco oportunas o importunar a los sujetos acerca de su peso.

Por último, es también importante una adecuada educación de los/as entrenadores/as en pautas de comportamiento en lo referente a las exigencias dietéticas y en la sintomatología de estos trastornos, con el fin de detectar precozmente los casos que se pue-

dan dar entre los deportistas (Feit, 1992). Educadores físicos y entrenadores deben ser capaces de reconocer los síntomas físicos y psicológicos de las alteraciones alimentarias. Frecuentemente, patrones inusuales en la conducta alimentaria son los mejores indicadores de los problemas. Por ejemplo, las anoréxicas a menudo pican la comida, la empujan hacia los bordes del plato, comen con preferencia comidas bajas en calorías y luego mienten. Las bulímicas a menudo ocultan la comida y desaparecen después de comer para purgarse.

# Dopaje

Pilar Sánchez Collado

## OBJETIVOS

- Situar el concepto de mejorar el rendimiento respecto al adversario en un contexto histórico.
- Conocer las principales sustancias que se utilizan con el fin de incrementar el desempeño deportivo.
- Comprender sus efectos farmacológicos y el posible riesgo de su utilización fuera del campo terapéutico.
- Tener una visión de futuro sobre los posibles campos en los cuales se moverá el dopaje.

## 1. INTRODUCCIÓN

“La utilización de agentes dopantes es a la vez nocivo para la salud y contrario a la ética deportiva, siendo necesario proteger la salud física y mental de los atletas, los valores del juego limpio y de la competición, la integridad y la unidad del deporte, así como los derechos de quienes participan en él, independientemente de su nivel.”

Este párrafo recogido íntegramente del preámbulo de la Carta Olímpica contra el dopaje marca los principios que han de regir cualquier actividad deportiva.

El dopaje se ha convertido, con el paso de los años, en un fenómeno social a gran escala. Su objetivo puede parecer lícito, mejorar el rendimiento; pero siempre aparece la eterna disyuntiva: ¿puede el fin justificar los medios?

Parece ser el mundo del deporte el que se ve sumergido en una constante búsqueda de elementos que puedan facilitar esa ventaja necesaria para superar al contrincante. Desde modificaciones en la dieta, pasando por el uso de fármacos y hasta la utilización de métodos de relajación o hipnosis, cualquier cosa puede ser de utilidad para arrancar esas décimas de segundo o ese centímetro que separan al atleta de elite del resto de los mortales.

Sin embargo, no se puede dejar de constatar que la humanidad, incapaz de aceptar libremente sus limitaciones físicas y mentales, siempre ha buscado fórmulas mágicas en un intento de superar, con el

mínimo esfuerzo, sus posibilidades naturales. Entre las narraciones que describen las particularidades de los pueblos y los acontecimientos sucedidos en ellos durante el transcurso de los tiempos, se encuentran numerosos relatos que evidencian la necesidad de que el hombre sintió, casi desde los albores de la historia, incrementar su rendimiento físico y su capacidad intelectual.

## 2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Desde tiempos antiguos, el hombre ha utilizado múltiples recursos para obtener un mayor rendimiento, tanto físico como psicológico. Las plantas han sido uno de los recursos que, desde los tiempos más remotos, se han utilizado para aumentar el rendimiento. En la medicina china se hace uso, desde tiempos milenarios, de la raíz del ginseng por sus virtudes fortificantes y desfatigantes. Para aumentar la resistencia cardíaca y la presión sanguínea los chinos se servían igualmente de sustancias extraídas del *ma huang* o ephedra (González-Gallego *et al.*, 2006).

Así, griegos y romanos utilizaban hidromiel, como estimulante del SNC, y vino, por sus efectos inhibidores y relajantes, para obtener un mayor rendimiento en las pruebas olímpicas de la época. En las Olimpiadas del siglo III d.C., los atletas usaban preparaciones a base de extractos de plantas, semillas y hongos, para favorecer su rendimiento.

De la Edad Media al siglo XVIII el deporte de competición pasó a ser un pasatiempo o un juego, y no es hasta la segunda mitad del siglo XIX cuando comienza el auge y el conocimiento del dopaje.

En este repaso histórico hay que citar que no sólo los deportistas hacían uso de estas sustancias. Durante la Segunda Guerra Mundial se sabe que los pilotos de aviación ingleses tomaban grandes cantidades de anfetaminas para superar la fatiga de los combates.

El término anglosajón *doping* deriva de la palabra *dop* de origen kaffir —tribu sudafricana—, adaptada después al boer y finalmente al inglés. Según Rodríguez (1992), se relaciona con la voz inglesa *dope*, que originalmente significaba pasta, líquido espeso o grasa; se le atribuye también al lenguaje sudafricano, *dope*, que era una bebida alcohólica primitiva que se utilizaba como estimulante en danzas ceremoniales.

La polémica surgió cuando se registraron los primeros efectos graves como consecuencia del dopaje. El primer fallecido conocido fue el ciclista Arthur Linton a los 29 años, dos meses después de haber ganado la carrera Burdeos-París de 1896.

Fue en 1910 cuando se llevó a cabo el primer control de dopaje en caballos. El control en humanos fue mucho más tarde. A partir de 1960, cuando fallece el ciclista danés Knud Jensen por un supuesto golpe de calor —y que la autopsia demostró que fue debido a un consumo excesivo de anfetaminas—, el COI (Comité Olímpico Internacional, que se creó en el Congreso de París en 1894) empezó a preocuparse. Así, en los Juegos Olímpicos de Tokio, en 1964, se realizaron pruebas de control de dopaje en humanos, aunque sólo en ciclismo. En este año, el COI hace su primer informe y, en 1967, se elaboró la primera lista de sustancias prohibidas. Un año después se realizó por vez primera el control antidopaje, en la Olimpiada de Verano de México.

En 1960 hacen su entrada triunfal en el arsenal terapéutico de los atletas americanos los anabolizantes, especialmente en el caso de los lanzadores, que así sobrepasan los 20 m en peso, 60 m en disco y 70 m en martillo. Utilizados al principio en halterofilia y disciplinas atléticas de pura fuerza muscular, enseñada se extienden a los otros deportes. Los casos de dopaje se multiplican a lo largo de los años, y corredores como Eddy Mercks en 1969 durante el Giro, Zoetemelk en el 70, y Laurent Fignon en el 87. Un momento clave en la historia del dopaje se desarrolló con dos acontecimientos. El primero fue la descalificación de Ben Johnson como ganador de la final de 100 metros lisos, en las Olimpiadas de Seúl en 1988,

tras haber dado positivo en el control antidoping por estanozolol —un esteroide anabólico-androgénico—. El segundo fue la expulsión de la plantilla del equipo Festina en el Tour de Francia de 1998, al detectárseles grandes dosis de EPO (eritropoyetina) y diversos medicamentos con finalidad dopante.

De forma recurrente el tema del dopaje vuelve a ocupar las portadas de los periódicos en nuestro país. Johann Muehlegg dio positivo por darbepoetina en un control por sorpresa que llevó a cabo la Comisión Médica del COI. Como consecuencia, fue duramente sancionado y expulsado de las Olimpiadas de Salt Lake City (Utah, EEUU).

Ese mismo año, el mítico y excelente ciclista Marco Pantani, *Il diavolo*, que tanto sorprendía a los aficionados por su fortaleza en las escaladas, fue hallado muerto en la habitación de un hotel, habiendo consumido supuestamente grandes cantidades de sustancias prohibidas.

Nuevamente en 2008 y en el Tour de Francia, la pesadilla del dopaje ha vuelto a estremecer la que antes era la carrera por etapas más prestigiosa del mundo.

La constante evolución del problema podría tener su próximo escalón en la genética, manipulando directamente el material genético (ADN) y así la introducción de virus vectores podría modificar la estructura de los sistemas involucrados en el rendimiento físico.

### 3. EL CONTROL ANTIDOPAJE

Los informes sobre el uso generalizado de agentes dopantes se extendieron (Trout, Kazlauskas, 2004), particularmente a partir de los Juegos Olímpicos de Tokio de 1964. La presión internacional al respecto fue creciendo. Fue Italia en 1961 el primer país en el que se experimentó el control antidopaje. La primera legislación para combatir el abuso de fármacos en el deporte se introdujo en 1963 en Francia, y dos años después en Bélgica e Italia.

La Comisión Médica del Comité Olímpico Internacional se estableció en 1967, siendo el abuso de fármacos una de sus principales responsabilidades. En 1967 se produjo el hecho que hizo que el tema del dopaje fuese conocido por el público en general, por la gran difusión que dio la prensa a la muerte del campeón del mundo de fondo en carretera, el inglés Tom Simpson, en la etapa del Tour de Francia del 13 de Julio (Lucía *et al.*, 2003). Se demostró que había ingerido anfetaminas que le impidieron determinar su

verdadero umbral de fatiga, lo que le condujo al paro cardíaco.

Los controles antidopaje de los atletas olímpicos empezaron en 1968 en los Juegos Olímpicos de Grenoble y Méjico. En España los introdujo la Federación Española de Ciclismo en 1969 y la de Atletismo en 1975.

En los últimos años, los controles antidopaje se han convertido en una rutina practicada no sólo en el ámbito de juegos olímpicos, sino durante las competiciones organizadas por la mayoría de las federaciones nacionales e internacionales.

## 4. NORMATIVA

Más de 30 años después de la creación de la Comisión Médica del COI y ante la tremenda expansión del problema del dopaje, se convocó la 1ª Conferencia Mundial sobre Dopaje en el Deporte que se celebró en Lausanne en febrero de 1999 y cuyos objetivos fundamentales fueron:

- a) Discutir y adoptar las medidas concretas sobre este tema.
- b) Examinar la posibilidad de establecer una estructura unificada bajo la forma de una Agencia Antidopaje del Movimiento Olímpico.

Fruto de las sesiones de trabajo surgió el documento conocido como la Declaración de Lausanne y la puesta en marcha de sus objetivos fue prácticamente inmediata, presentándose en Lausanne el 10 de noviembre de 1999 la Agencia Mundial Antidopaje (AMA/WADA). Posteriormente, el 1 de enero del 2000 entró en vigor el Código Mundial Antidopaje, en el que quedan reflejados los mecanismos por los cuales se debe establecer la lucha contra este tipo de prácticas.

### 4.1. Agencia Mundial Antidopaje (AMA/WADA)

La AMA ([www.wada-ama.org](http://www.wada-ama.org)) se compone de organizaciones intergubernamentales, gobiernos, autoridades públicas, el Comité Olímpico Internacional (COI), las federaciones internacionales, los comités olímpicos nacionales (CON) y los atletas. Esta agencia por tanto se ha comprometido a buscar u obtener de todos los organismos anteriormente citados el compromiso moral y político para seguir sus recomendaciones, que se pueden resumir en:

- a) La misión general de la Agencia será la de promover y coordinar en el ámbito internacional la lucha contra el dopaje en el deporte en todas sus formas; con este fin, la Agencia cooperará con organizaciones intergubernamentales, gobiernos, autoridades públicas y otros cuerpos públicos o privados de lucha contra el dopaje en el deporte, por ejemplo, el COI, federaciones internacionales deportivas, comités olímpicos nacionales y los atletas.
- b) Reforzar los principios éticos para la práctica del deporte libre de dopaje y ayudar a proteger la salud de los atletas.
- c) Establecer, adoptar, modificar y modernizar, para todos los organismos públicos y privados concernientes, por ejemplo, COI, federaciones internacionales y comités olímpicos, la lista de sustancias y métodos prohibidos en la práctica del deporte; la Agencia publicará esta lista por lo menos una vez al año, forzosamente el 1 de enero de cada año; o alguna otra fecha fijada por la Agencia si la lista hubiera de ser modificada en el transcurso del año.
- d) Animar, apoyar y coordinar, y cuando sea necesario, tomar el control en completo acuerdo con organizaciones públicas y privadas concernientes a la organización de controles no anunciados fuera de competición.
- e) Desarrollar, armonizar y unificar los ejemplos científicos y normas técnicas y procedimientos con la visión de equipar y desarrollar un laboratorio de referencia.
- f) Promover reglas armonizadas, procedimientos disciplinarios, sanciones y otras medidas para combatir el dopaje en el deporte y contribuir a la unificación de criterios teniendo en cuenta los derechos de los atletas.
- g) Promover y desarrollar programas de educación y prevención del dopaje en el ámbito internacional, animar y promover la práctica del deporte libre de drogas de acuerdo a los principios éticos.
- h) Promover y coordinar la investigación en la lucha contra el dopaje en el deporte.

## 5. SITUACIÓN ACTUAL DE LAS LISTAS DE SUSTANCIAS Y MÉTODOS DOPANTES

Desde que en el ámbito deportivo existió la constancia de la realidad del dopaje y se llegó a un consenso general sobre la necesidad de impedir su práctica, se han elaborado listas de sustancias prohibidas que se revisan periódicamente con el fin de actualizarlas y adecuarlas a la realidad deportiva y científica de cada momento. A partir de los años sesenta, en los que se inició la lucha contra el dopaje, diversos organismos han publicado listas de sustancias prohibidas más o menos coincidentes entre sí.

Tras la creación de la Agencia Mundial Antidopaje entre sus funciones se encuentra, como se ha comentado anteriormente, la de establecer, adoptar, modificar y modernizar, para todos los organismos públicos y privados concernientes, la lista de sustancias y métodos prohibidos en la práctica del deporte.

En la actualidad está en vigor la lista publicada el 1 de enero de 2008 ([www.wada-ama.org](http://www.wada-ama.org)). En dicha lista aparecen los siguientes encabezados:

- a) Sustancias y métodos prohibidos en todas las situaciones (dentro y fuera de la competición).
- b) Sustancias y métodos prohibidos en la competición.

- c) Sustancias prohibidas en deportes particulares.
- d) Sustancias específicas.

La lista ([www.wada-ama.org](http://www.wada-ama.org)) propuesta por la Agencia Mundial Antidopaje (WADA), y adoptada por la Comisión Médica del Comité Olímpico Internacional en vigor desde el 1 de enero de 2008, considera:

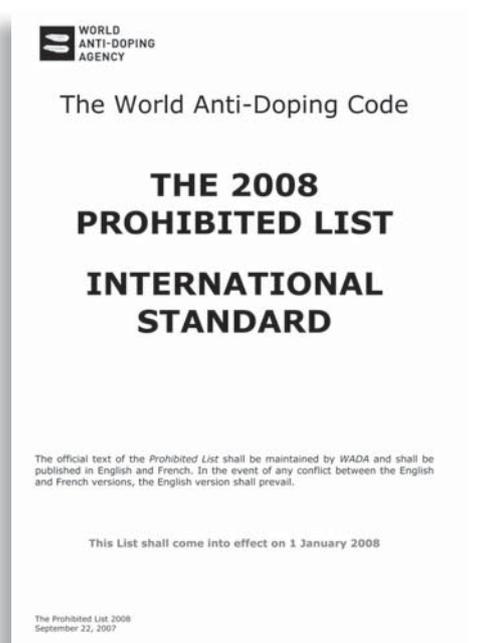


Figura 30.1. Código mundial antidopaje WADA-AMA.

### I. SUSTANCIAS Y MÉTODOS PROHIBIDOS DENTRO Y FUERA DE LA COMPETICIÓN

#### **SUSTANCIAS PROHIBIDAS**

##### S1. AGENTES ANABÓLICOS

Las sustancias prohibidas incluyen las siguientes:

##### 1. *Esteroides Androgénicos Anabólicos (AAS)*

##### a. Exógenos:

**Andostendiol, androstendiona, bolaterona, boldenona, boldiona, clostebol, fluoxymesterona, metandienona, metenolona, androlona, 19-norandrostenediol, 19-norandrostenediona, oxandrolona, estanozolol...**

##### b. Endógenos:

**Androstenediol, androstenediona, dehidroepiandrosterona (DHEA), dihidrotestosterona, testosterona\*...**

Cuando el cuerpo sea capaz de producir de forma natural una sustancia prohibida (de las arriba indicadas), se considerará que una muestra contiene dicha sustancia prohibida cuando la concentración de ésta, de sus metabolitos o de sus marcadores y/o las relaciones correspondientes en la muestra del deportista se desvíen de los valores normales en el ser humano y que probablemente no se correspondan con una producción endógena normal. No se considerará que una muestra contiene una sustancia prohibida en aquellos casos en que el deportista proporcione una prueba de que la concentración de la sustancia prohibida, de sus metabolitos o marcadores y/o las relaciones correspondientes en la

(Continúa)

(Continuación)

muestra del deportista sean atribuibles a una causa patológica o fisiológica. En todos los casos, y para cualquier concentración, el laboratorio informará de un resultado analítico adverso si, basándose en algún método analítico fiable, puede demostrar que la sustancia prohibida es de origen exógeno.

Si el resultado del laboratorio no es concluyente y no se han medido concentraciones como las mencionadas en el párrafo anterior, la correspondiente organización antidopaje realizará una investigación más intensa si hay indicios evidentes, como por ejemplo, una comparación con perfiles esteroideos de un posible uso de una sustancia prohibida.

La presencia de testosterona (T) y epitestosterona (E) en una relación mayor de 4 (Bahrke y Yesalis, 2004) en la orina de un competidor, constituye una falta menor cuando se demuestra que es producida por una condición fisiológica o patológica, por ejemplo, una baja excreción de epitestosterona, por un tumor o deficiencia enzimática.

En el caso de T/E mayor de 4, es necesario que la autoridad médica inicie una investigación antes de declararla una prueba positiva. Debe realizarse un informe amplio en donde se incluya el estudio de analíticas previas, pruebas subsecuentes y resultados de investigaciones endocrinológicas. En el caso de situaciones en las que las pruebas previas no sean válidas, el atleta deberá examinarse cuando menos una vez por mes durante tres meses (sin previo aviso). La falta de cooperación en las investigaciones será considerada como muestra positiva.

2. *Otros agentes anabólicos incluyendo pero no limitado a:*

**Clenbuterol, tibolona, zeranol, zilpaterol, moduladores de receptores de estrógenos selectivos (MRES).**

En esta sección hay que tener en cuenta que:

- “exógeno” se refiere a una sustancia que no se puede producir fisiológicamente en el organismo,
- “endógeno”, referido a una sustancia que se puede producir fisiológicamente en el organismo.

**S2. HORMONAS Y SUSTANCIAS AFINES**

Este tipo de fármacos favorecen la producción de hormonas anabolizantes y estimulan la producción de eritrocitos.

Las sustancias prohibidas incluyen las siguientes, sus análogos, miméticos y factores de liberación:

1. **Eritropoyetina (EPO).**
2. **Hormona del crecimiento (hGH), factor de crecimiento similar a la insulina (IGF-1), factores de crecimiento (MGFs).**
3. **Gonadotrofinas (LH, hCG), prohibidas en hombres únicamente.**
4. **Insulinas.**
5. **Corticotrofinas (ACTH, tetracosactida).**

A menos que el atleta pueda demostrar que la concentración alcanzada se debe a una situación fisiológica o patológica, la muestra se considerará positiva si la concentración de la sustancia prohibida o de sus metabolitos y/o relaciones o marcadores relevantes excede el rango de valores normalmente detectado en humanos en una cuantía tal que no sea consistente con una producción endógena normal.

Si se detectan, utilizando un método analítico fiable adicional, otras sustancias con estructura química similar o efectos biológicos similares, marcadores diagnósticos, o factores liberadores de una hormona incluida en el listado, se considerará *Hallazgo analítico adverso*.

**S3. BETA-AGONISTAS**

Todos los beta-2 agonistas están prohibidos, incluyendo los isómeros D y L, excepto formoterol, salbutamol, salmeterol y terbutalina, que están permitidos, previa Autorización de Uso Terapéutico Autorizado, por inhalación sólo para prevenir y/o tratar el asma y/o broncoconstricción inducida por el ejercicio.

No obstante, si la concentración de salbutamol (libre más glucurónido) supera los 100 ng/mL, se considerará *Hallazgo analítico adverso*, salvo que el atleta demuestre que el resultado es consecuencia del uso terapéutico de salbutamol por inhalación.

**S4. ANTAGONISTAS Y MODULADORES DE HORMONAS**

1. **Inhibidores de la aromataasa, incluyendo, pero no limitándose a, anastrozolona, letrozol, aminoglutetida, exemestano, formestano, testolactona.**
2. **Moduladores selectivos del receptor de estrógenos (SERM), incluyendo, pero no limitándose a, raloxifeno, tamoxifeno, toremifeno.**

(Continúa)

*(Continuación)*

**3. Otras sustancias antiestrogénicas, incluyendo, pero no limitándose a, clomifeno, ciclofenilo, fulvestrano.**

**4. Agentes que modifican la función de la miostatina.**

#### S5. DIURÉTICOS Y OTROS AGENTES ENMASCARANTES

Estas sustancias permiten modificar la excreción de sustancias prohibidas, encubrir su presencia en orina u otras sustancias utilizadas en el control del dopaje o alterar determinados parámetros hematológicos.

Las sustancias enmascarantes incluyen, pero no están limitadas a, las siguientes:

**Diuréticos\*, epitestosterona, probenecida, expansores del plasma (hidroxietilstarce).**

Los diuréticos incluyen:

**Acetazolamida, bumetanida, clortalidona, ácido etacrínico, furosemida, hidroclorotiazida, manitol, mersalil, espironolactona, triamterene...**

\*La utilización terapéutica no es válida si la orina del atleta contiene un diurético junto con concentraciones límites o sublímites de una o varias sustancias prohibidas.

#### **MÉTODOS PROHIBIDOS**

Se consideran prohibidos los siguientes procedimientos:

#### M1. PROMOTORES DE LA TRANSFERENCIA DE OXÍGENO

- Dopaje sanguíneo: es la administración de sangre del mismo atleta (autólogo) homóloga o heteróloga, o productos sanguíneos de cualquier origen por razones legítimamente no médicas.
- Administración de productos que promuevan la captación, transporte o liberación de oxígeno. Por ejemplo, productos de hemoglobina modificados que incluyen hemoglobina bovina, microencapsulada, perfluorquímicos y RSR13.

#### M2. MANIPULACIÓN QUÍMICA Y FÍSICA

- Uso de sustancias o métodos, incluyendo agentes empleados para alterar la validez o integridad de las muestras recogidas para el control antidopaje, incluyendo, pero no limitados a, cateterismo vesical, sustitución y/o alteración de la muestra.
- Infusiones intravenosas excepto aquéllas calificadas como un tratamiento médico agudo legítimo para la cual se solicitará una Autorización para Uso Terapéutico de forma retroactiva.

#### M3. DOPAJE GENÉTICO

Se define como dopaje genético al uso no terapéutico de células, genes, elementos genéticos o de modulación de la expresión génica, que tengan la capacidad de incrementar el rendimiento atlético.

## **II. SUSTANCIAS Y MÉTODOS PROHIBIDOS EN COMPETICIÓN**

### **SUSTANCIAS PROHIBIDAS**

Además de las categorías y métodos anteriormente citados quedan prohibidas en competición las categorías siguientes:

#### S6. ESTIMULANTES

Los estimulantes del sistema nervioso central tienen como acción principal aumentar el estado de alerta y evitar la fatiga. Se usan en la mayoría de los deportes. Sus efectos secundarios menores son insomnio, ansiedad, excitación nerviosa, taquicardia y arritmias. Entre los efectos severos merecen citarse la hipertensión, alteraciones renales, de la termorregulación y adicción.

Las sustancias prohibidas incluyen las siguientes (en sus L y D isómeros):

**Adrafinil, adrenalina\*, amifenazol, anfetaminas, bromantan, catina\*\*, carfedon, cocaína, efedrina\*\*\*, fen-camfamina, mesocarb, remolina, pentetrazol... y otras sustancias con estructura química similar o similares efectos farmacológicos.**

\* La adrenalina asociada con anestésicos locales o para administración local (nasal, oftalmológica) no está prohibida.

\*\* Para catina, se considera positivo cuando se encuentra en una concentración de 5 microgramos por mililitro.

\*\* Para efedrina y metilefedrina se considera positivo cuando se encuentra en una concentración urinaria mayor de 10 microgramos por mililitro.

*(Continúa)*

(Continuación)

En el Programa de Monitorización 2008 se incluyen las siguientes sustancias: bupropion, cafeína, fenilefrina, fenilpropanolamina, piperadol, pseudoefrina, sinefrina) y no son consideradas sustancias prohibidas.

#### S7. ANALGÉSICOS NARCÓTICOS

Los analgésicos narcóticos tienen como acción principal disminuir la respuesta fisiológica y psicológica al dolor. Se utilizan en las disciplinas de tiro y en deportes de resistencia principalmente.

Las sustancias prohibidas incluyen las siguientes:

**Buprenorfina, dextromoramida, diamorfina (heroína), metadona, morfina, pentazocina, petidina...**

#### S8. CANNABINOIDES

Derivados del cannabis.

#### S9. GLUCOCORTICOSTEROIDES

Su administración oral, rectal, intravenosa o intramuscular está prohibida. Otro tipo de administración requiere la aprobación de una Autorización de Uso Terapéutico, excepto los preparados de uso tópico.

### III SUSTANCIAS PROHIBIDAS EN CIERTOS DEPORTES

#### P1. ALCOHOL

Cuando las reglas de la autoridad responsable lo establezcan, se pueden realizar pruebas para etanol durante una competición (Arco, Automóvil, Billar, Bolos, Fútbol, Gimnasia, Kárate, Ski, Triatlón, Motociclismo...).

#### P2. BETA-BLOQUEANTES

Los beta-bloqueantes disminuyen el pulso cardíaco y la ansiedad. Su uso está prohibido en competiciones de determinados deportes (Arco, Automóvil, Billar, Bobsleigh, Bolos, Ajedrez, Curling, Fútbol, Gimnasia, Kárate, Ski, Triatlón, Motociclismo, Natación sincronizada...).

Las sustancias prohibidas incluyen, pero no se limitan a, las siguientes sustancias:

**Acebutolol, alprenolol, atenolol, betaxolol, bisoprolol, bunolol, carvedilol, celiprolol, esmolol, labetalol, metoprolol, nadolol, oxprenolol, propanolol, sotalol...**

#### IV SUSTANCIAS ESPECÍFICAS\*

Alcohol.

Beta-bloqueantes.

Glicocorticoides.

Probenecid.

Beta-agonistas inhalados (excepto clenbuterol).

Canabinoides.

Catina, efedrina, metilefedrina, L-metilanfetamina.

\*Aquellas sustancias que son particularmente susceptibles de violar las leyes antidopaje de forma accidental por su facilidad de encontrarse en productos médicos y que no parecen ser susceptibles del abuso como agentes dopantes. Una violación de la norma puede dar lugar a una sanción menor si el atleta puede justificar su utilización.

## 6. PRINCIPALES SUSTANCIAS RECOGIDAS EN LOS LISTADOS DE LA AGENCIA ANTIDOPAJE

### 6.1. Agentes dopantes que actúan sobre el sistema nervioso

El sistema nervioso es el responsable, en último término, de la coordinación funcional del organismo. De ahí que la actuación sobre el sistema nervioso, tanto por estimulación como por inhibición de las funciones neurales, tenga efectos profundos en el comportamiento del individuo.

Dentro de los compuestos que actúan sobre el sistema nervioso, que pueden utilizarse con la intención de incrementar el rendimiento deportivo, se incluyen estimulantes, analgésicos narcóticos y beta-bloqueantes, tres de los grandes grupos farmacológicos prohibidos por las autoridades deportivas (Avois *et al.*, 2006).

Con respecto a las motivaciones para su utilización conviene recordar que durante la competición el deportista ha de vencer dos dificultades:

- a) De orden psicológico: el pánico paralizante, es decir, el bloqueo nervioso que impide la liberación de la energía necesaria para el esfuerzo físico.

- b) De carácter fisiológico: la aparición de fatiga en el curso de la competición que disminuye progresivamente la intensidad del esfuerzo.

A los dos obstáculos se añade el ambiente de expectación que le rodea y que le obliga a no fracasar.

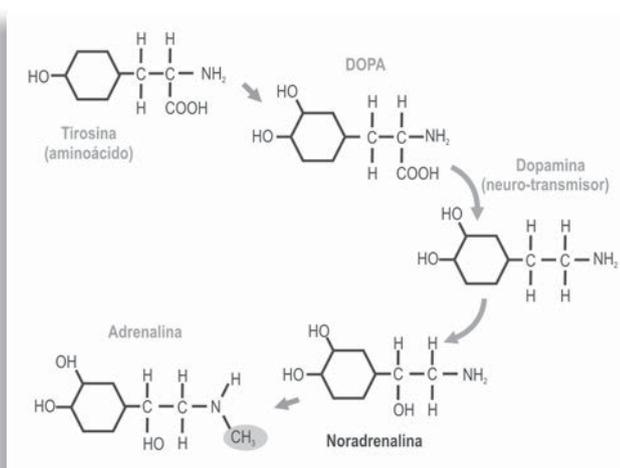
### 6.1.1. Estimulantes

Entre los estimulantes más usados están:

#### a) Anfetaminas

Las primeras fueron sintetizadas en 1930 y tuvieron su época gloriosa durante la Segunda Guerra Mundial, al ser utilizadas por numerosos aviadores para poder estar en condiciones de luchar durante varios días sin descanso. A pesar del incremento del uso de los esteroides anabolizantes, sin duda los agentes dopantes más utilizados durante la década de los ochenta, el uso de estimulantes (anfetaminas y derivados) en el deporte continúa representando una elevada fracción del total, según se desprende de los datos estadísticos de casos positivos detectados por los laboratorios de control antidopaje acreditados.

Casi todos los psicoestimulantes son derivados de la fenilpropilamina (1-fenil-2-aminopentano). La actividad biológica de estos compuestos se debe a su estrecha relación estructural con las catecolaminas y, particularmente con la noradrenalina, el neurotransmisor del sistema nervioso simpático y de las neuronas noradrenérgicas del sistema nervioso central (Figura 30.2).



**Figura 30.2.** Esquema de la ruta sintética y de la estructura química de las catecolaminas.

La anfetamina (Avois *et al.*, 2006) se absorbe muy bien por vía gastrointestinal, no es metabolizada ni

por la MAO ni por la COMT, por lo que su acción es prolongada y cuando se administra vía oral sus efectos aparecen en 30-60 minutos. Parte es metabolizada por enzimas microsomales hepáticos, y el 30-50% se elimina por orina en forma activa; por tratarse de una base con pKa alto, la eliminación urinaria aumenta al acidificarse la orina.

Tanto las anfetaminas como sus derivados atraviesan fácilmente la barrera hematoencefálica y penetran en el sistema nervioso central aunque, debido a la ausencia de hidroxilos en el anillo, no son capaces de interaccionar con los receptores de catecolaminas de forma eficaz. De ahí que el efecto inducido por las anfetaminas sea indirecto, es decir, debido a la liberación de aminas neurotransmisoras (especialmente de noradrenalina y dopamina).

Sus efectos farmacológicos varían en función de la dosis y vía de administración. A la dosis de 10-30 mg por vía oral, la anfetamina aumenta temporalmente la capacidad de concentración y retención, de mantenerse despierto, la seguridad en sí mismo, la euforia, la capacidad para el ejercicio mental y físico. Asimismo reduce la sensación de fatiga y el cansancio corporal y mental, retrasando la necesidad de sueño. Una vez pasado el efecto estimulante y si el organismo sigue sometido a la misma exigencia, sobreviene una fase de agotamiento físico y mental.

Por otro lado, su efecto consiste tanto en el aumento de la competitividad y de la agresividad (Avois *et al.*, 2006), como en la momentánea supresión de la sensación de cansancio, con la consecuencia negativa de llevar frecuentemente al individuo al estado de fatiga; en algunos casos se pueden manifestar cuadros de agitación psicomotriz y de irritabilidad. Su uso puede modificar la capacidad de juicio crítico, con la posibilidad de provocar incidentes en la práctica de disciplinas deportivas particulares.

Estudios recientes parecen demostrar cierta capacidad de las anfetaminas para mejorar la velocidad, potencia, capacidad de resistencia y coordinación motora fina, sin que se evidencien mejoras en la capacidad aeróbica.

Sin embargo no hay que olvidar que las dosis tóxicas provocan intensa estimulación orgánica y psicológica: desasosiego, temblor, hiperreflexia, irritabilidad, fiebre, insomnio, ansiedad, cuadros delirantes y alucinaciones, estados de pánico, cuadros paranoides. Es una sustancia adictiva y puede provocar hipertensión, pérdida de peso, psicosis, agitación, ansiedad, euforia, taquicardia, insomnio, depresión, cefalea, vómitos, diarrea, impotencia, cambios en el deseo

sexual, crecimiento de las glándulas mamarias, trastornos menstruales, pérdida de cabello, dolor al orinar, aumento en la frecuencia de micciones.

Se desarrolla tolerancia con cierta rapidez, para algunos de los efectos como la euforia, reducción de sensación de fatiga, anorexia y retraso del sueño, lo que obliga en consecuencia a que la dosis debe ser aumentada. Este hecho aumenta el riesgo de aparición de efectos peligrosos en el ámbito de la esfera psíquica, pues no hay tolerancia para algunos de los efectos tóxicos sobre el SNC, con distintas reacciones psicóticas, llegando incluso a auténticos estados de alucinación. La dependencia psicológica se produce con gran rapidez e intensidad, si bien es experiencia común que muchas personas que toman esporádicamente anfetaminas no caen en el abuso. Suele afirmarse que no se produce dependencia física, pero la supresión de anfetaminas va seguida de un síndrome caracterizado por sueño, hiperfagia, síndrome depresivo y cansancio, que bien puede ser considerado como síndrome de abstinencia.

#### Uso como dopaje

En el campo deportivo (Avois *et al.*, 2006) los estimulantes se utilizan en aquéllas competiciones caracterizadas por un empeño físico prolongado, o bien de una eficaz velocidad de reacción. Las anfetaminas se están volviendo hoy en día a utilizar.

Dotadas por otra parte de efectos anorexígenos también se utilizan para disminuir el apetito y el peso de los jockeys, de los boxeadores, de los judokas y de los luchadores, permitiéndoles competir en categorías de peso inferiores.

A pesar del uso de nuevas moléculas de síntesis, éstas mantienen la característica de suprimir los síntomas premonitorios de la fatiga psicofísica. Pero la fatiga es una barrera natural que impide a un fenómeno fisiológico transformarse en una agresión patológica. Y las anfetaminas impiden que estas barreras bajen. Ello expone fácilmente al riesgo de un trabajo excesivo aunque no necesariamente productivo al final de la prestación atlética; tal situación puede provocar el colapso y en los casos más desfavorables la muerte.

Además, las anfetaminas aumentan la temperatura corporal que ya normalmente se eleva con la práctica deportiva, pudiendo en ocasiones alcanzar valores excesivamente peligrosos para los centros respiratorios y cardiovasculares.

#### b) Cocaína

Es un estimulante del sistema nervioso central y sus acciones son similares a las de las anfetaminas.

Su acción se centra en la inhibición de la recaptación de noradrenalina y dopamina.

La cocaína (Saugy *et al.*, 2006), incluida anteriormente en el grupo de los anestésicos locales, se considera actualmente un poderosísimo estimulante, a la vez que una de las drogas prohibidas más peligrosas por su capacidad adictiva y riesgos para la salud. Su uso en medios deportivos se fundamenta en su capacidad para incrementar el rendimiento motor, aumentando la resistencia y retrasando el estado de fatiga.

La cocaína actúa de forma muy rápida sobre el sistema nervioso central, en el que penetra fácilmente, de forma directa, por aspiración nasal o tras liberación de la base libre por calefacción. La administración oral produce un pico en sus efectos al cabo de una hora. Sin embargo la ruta más popular es vía nasal, que produce sus efectos a los 5-15 minutos y dura varias horas. La inhalación de la base libre produce los efectos en menos de un minuto pero también posee una menor vida media.

Actúa sobre el sistema nervioso autónomo, constituyendo las reacciones de ataque y escape en una situación de alarma y peligro. De esta forma es una droga que aumenta la presión sanguínea y al mismo tiempo incrementa la fuerza contráctil cardíaca. Si la dosis es tal que no provoca un aumento de las pulsaciones cardíacas, el corazón bombea más sangre y la musculatura esquelética está más irrigada, mientras que los otros órganos, como los del aparato digestivo, ven temporalmente reducido su abastecimiento de sangre. Sin embargo, en aquéllas situaciones en las que sí provoca un aumento notable de la frecuencia cardíaca, el rendimiento de la bomba cardíaca se convierte en poco eficaz. Efectivamente, la exagerada frecuencia de contracción del corazón impide un eficaz replecionamiento de la cavidad cardíaca en el tiempo entre un latido y otro.

Los efectos (Saugy *et al.*, 2006) de la cocaína son similares a los de las anfetaminas con manifestación de euforia, reducción del hambre y la fatiga, y aumento del tono muscular, frecuencia cardíaca y respiratoria y presión sanguínea. Sus efectos son mucho más rápidos que los de las anfetaminas y la duración de los mismos es mucho menor. La cocaína induce rápidamente dependencia psíquica y aunque no produce tolerancia, sino más bien sensibilización, el abuso de cocaína va acompañado de dependencia física y un síndrome de abstinencia muy prolongado.

En el campo deportivo (Bohn *et al.*, 2003), su uso suele ser fundamentalmente recreacional, aunque, al producir una intensa euforia, se produce un incremento

de la autoconfianza y la motivación, enmascarando la fatiga; no obstante en diferentes estudios experimentales no se ha demostrado ningún efecto ergogénico.

Los últimos trabajos han demostrado que la cocaína no tiene efectos beneficiosos en el tiempo de carrera a dosis de 0,1-20 mg/kg e incluso dosis superiores a 12,5 mg/kg tiene efectos negativos, disminuyendo el tiempo de carrera. En todas las dosis estudiadas la cocaína incrementa la velocidad de degradación del glucógeno con un aumento en la concentración plasmática de lactato sin elevar las concentraciones plasmáticas de catecolaminas. Ninguno de los trabajos realizados ha sabido explicar cuál es el mecanismo por el cual la cocaína reduce el rendimiento físico. Conlee en 1991 sugiere tres posibles mecanismos para explicar la acción de la cocaína y que podrían actuar de forma paralela:

- La cocaína libera catecolaminas, lo cual incrementa la glucogenolisis y la producción de lactato, apareciendo antes la fatiga.
- La cocaína puede inducir vasoconstricción a nivel del músculo esquelético, reduciendo la llegada de oxígeno, el metabolismo oxidativo, la fuerza y el tiempo de reacción, y degradando más rápidamente el glucógeno.
- Efecto directo de la cocaína sobre el metabolismo del glucógeno muscular.

La segunda causa es la menos probable pues la cocaína produce una disminución del flujo sanguíneo en el corazón, y sin embargo no se ha podido demostrar un incremento en la velocidad de degradación de su glucógeno.

La cocaína, que produce un efecto mucho más rápido y menos duradero que las anfetaminas, es uno de los agentes dopantes más peligrosos por los riesgos para la salud que entraña su uso y por su extraordinario poder adictivo. Los efectos nocivos de esta sustancia son conocidos por todo el público, habiéndose atribuido la muerte de algunos deportistas de elite al consumo de la misma.

También existen casos en los que los atletas describen la combinación de la cocaína con otras drogas, tales como el alcohol y los esteroides anabolizantes. En 1993 se indicó (Eichner *et al.*, 1993) que la ingestión de alcohol combinado con la cocaína aumenta la cardiotoxicidad posiblemente por la producción de un metabolito único y más tóxico. Esto se indica que pudo ser la causa de la muerte del jugador canadiense de hockey sobre hielo John Kordic quien abusó de la cocaína, alcohol y esteroides anabolizantes.

Los consumidores de cocaína pueden presentar síntomas psicóticos y acciones irracionales, delirios y confusión. Sin embargo, otros de los efectos más peligrosos es su capacidad para estimular crisis epilépticas, efecto que se ha comprobado en animales y que aumenta con la frecuencia de uso de la cocaína.

De igual forma se ha asociado el uso de cocaína con accidentes cardio y cerebrovasculares, con la ruptura o espasmos de vasos cerebrales y cardíacos que puede llevar a la muerte súbita por fallo cardíaco o cerebral. En algunos de los casos descritos se postula que había una patología vascular previa, pero estos casos son los mínimos.

Por otra parte la dependencia psíquica se produce de forma rápida y, aunque no se produce tolerancia sino sensibilización, da lugar a dependencia física con síntomas de abstinencia muy prolongados.

### 6.1.2. **Analgésicos narcóticos**

La aparición de dolor por fatiga o accidente muscular obliga muchas veces al deportista a abandonar el esfuerzo deportivo o por lo menos a disminuirlo (Knopp *et al.*, 1993). Con el fin de superar estos inconvenientes el deportista y sus cuidadores recurren a veces a analgésicos centrales.

Farmacológicamente hablando, a este grupo pertenecen aquellas sustancias que actúan como depresores del SNC, es decir, fármacos que disminuyen la actividad de diversos centros nerviosos. Analgesia es el alivio del dolor y además existen fármacos que provocan analgesia y sueño, por lo que se denominan hipnoanalgésicos; normalmente se utiliza el término narcótico en su lugar. También se suele utilizar el término opioide para designar a un grupo de fármacos, que en distinto grado, tienen propiedades similares al opio o la morfina.

Se incluyen en este grupo una serie de compuestos con efectos farmacológicos análogos a la morfina. Por ejemplo, el uso de la codeína para aliviar el dolor generalmente está asociado con el de otras sustancias analgésicas, mientras que la morfina sólo se utiliza para reducir el dolor de enfermedades graves, crónicas e intolerables. Los narcóticos analgésicos emulan el efecto fisiológico de las encefalinas y endorfinas, péptidos analgésicos endógenos que parecen realizar funciones neurotransmisoras. Otras sustancias de este grupo también se utilizan, aunque en dosis menores, en la preparación de especialidades farmacéuticas antitusígenas, debido a su acción específica sobre el centro nervioso de la tos.

El opio es uno de los medicamentos conocidos por el hombre desde hace más tiempo, como lo es su eficacia para el tratamiento del dolor y la diarrea. En el siglo XIX se caracterizó la morfina como el principal agente activo responsable de los efectos beneficiosos del opio, aunque también de sus efectos colaterales indeseables, tales como la adicción que se desarrolla por uso prolongado.

Las sustancias morfino-afines actúan directamente sobre el sistema nervioso central y suprimen la sensación de dolor. El uso repetido de estas sustancias puede desarrollar una forma de dependencia física y psíquica que desemboca rápidamente en la toxicomanía. Muchos de estos preparados además del efecto calmante y relajante, pueden inducir un típico estado de euforia que, sin embargo, es transitorio y se debilita con sucesivas administraciones.

La morfina y sus derivados farmacológicos presentan graves efectos secundarios indeseables. Provocan constricción de las pupilas y rigidez troncal y modifican la secreción de algunas hormonas. En particular, aumentan la liberación de vasopresina, hormona de crecimiento y prolactina, y reducen la liberación de la hormona luteinizante y por consiguiente de la testosterona. Los vértigos, la somnolencia y los disturbios gastrointestinales (dolor de estómago, vómitos, estreñimiento) son los efectos secundarios más comunes de los analgésicos narcóticos. El efecto más temible está de todos modos representado por la aparición de dificultades respiratorias que pueden en casos extremos producir la muerte. El riesgo de muerte es particularmente elevado si el fármaco se asocia con alcohol.

Otro efecto secundario muy común es el de la acentuada fatiga (Knopp *et al.*, 1997). A causa de ello, el uso de estas sustancias es peligroso en todos aquellos casos que requieran concentración mental, como en la conducción del automóvil y en los trabajos de precisión.

Un grave efecto secundario es la aparición, también rápida, de un estado de intoxicación crónica provocada por el uso repetido de estas sustancias, lo que comporta una verdadera toxicomanía caracterizada por deseo de continuar tomando el fármaco, tendencia a aumentar la dosis, dependencia física y psíquica a los efectos del fármaco y crisis de abstinencia si se deja de tomar.

### 6.1.3. Beta-bloqueantes

Recordemos que los receptores adrenérgicos se clasifican en alfa y beta-receptores. A su vez los beta se dividen en beta-1, que en general median los efectos cardiacos, y los beta-2, responsables de la broncodilatación y vasodilatación periférica.

Los bloqueantes  $\beta$ -adrenérgicos, bloqueantes  $\beta$ -adrenoceptores o sencillamente  $\beta$ -bloqueantes por tanto, son sustancias que se unen con  $\beta$  receptores evitando la acción de la adrenalina y noradrenalina. Se combinan con ellos de forma análoga a los agonistas pero sin producir sus respuestas, bloqueándolos, y de esta forma contrarrestan los efectos periféricos cardiovascular y metabólico de las catecolaminas.

**Tabla 30.1.** Principales acciones fisiológicas de los agentes beta-bloqueantes.

	Genérico	Acciones fisiológicas
No selectivos.	Propranolol. Sotalol. Penbutolol. Nadolol.	Bradycardia, disminución de la fuerza contráctil, vasodilatación periférica, inhibición de la broncodilatación, efectos metabólicos.
Selectivos.	Acebutolol. Metropolol. Atenolol. Bisoprolol.	Bradycardia, disminución de la fuerza contráctil.

Se introdujeron en el mercado en la década de los 60, con la intención de sustituir al alcohol y a las benzodiazepinas, usadas tradicionalmente en el deporte para combatir la ansiedad. Constituyen realmente un grupo heterogéneo por su especificidad de unión a los receptores  $\beta$ -adrenérgicos. Además se pueden dividir en dos subgrupos: no-selectivos, que bloquean tanto los beta-1 como los beta-2, y selectivos, que sólo bloquean los receptores beta-1.

Estos fármacos son utilizados como tratamiento de la hipertensión arterial, de la angina de pecho y ciertas arritmias cardiacas, así como en el de determinados tipos de cefaleas y de temblor. En el deporte se utilizan porque previenen los estados de excitación nerviosa y las palpitaciones que suelen preceder a la competición, que tienen su origen en un incremento excesivo de la actividad simpática. Sin embargo todos ellos manifiestan efectos negativos sobre el rendimiento en deportes de potencia o resistencia. La importancia de este grupo para los deportistas, por tanto, es doble:

- a) Se prescriben para una gran variedad de condiciones clínicas y la persona puede ignorar los

efectos sobre su aptitud en el entrenamiento físico.

- b) Están incluidos en el grupo de sustancias de abuso en el deporte por su acción de reducir los efectos de la ansiedad. También se utilizan para asegurarse una eficacia cardiovascular no alterada por perturbaciones del ritmo cardiaco. En otros casos tales sustancias se utilizan para disfrutar sus características metabólicas con la esperanza de garantizar o incrementar la resistencia cardiaca al esfuerzo.

Experimentalmente se ha comprobado una disminución de los niveles de consumo máximo de oxígeno, de la capacidad ventilatoria máxima al reducir el flujo a través de las vías respiratorias, y del gasto cardiaco máximo, al no poder adecuarse los niveles de volumen sistólico al enlentecimiento de la frecuencia cardiaca. Por tanto, los beta-bloqueantes no se recomiendan para aquellos individuos que vayan a participar en cualquier competición en la que es importante la utilización submáxima o máxima de oxígeno, pues producen un descenso en el rendimiento deportivo en aquellos deportes que requieren un gran trabajo muscular y/o un gasto cardiaco elevado.

El abuso de los beta-bloqueantes (Knopp *et al.*, 1997) se da sin embargo en aquellas áreas deportivas en las que son importantes la destreza y la habilidad y que pueden verse afectadas negativamente por el temblor causado por la ansiedad. De esta forma son prioritariamente investigadas en los atletas de las modalidades de arco, saltos ornamentales, hípica, esgrima, gimnasia, golf, tiro y vela.

El principal efecto secundario de los bloqueantes  $\beta$ -adrenérgicos es la reducción de la capacidad de combustión de las reservas energéticas. Así la aparición prematura de fatiga puede ser consecuencia de la reducción del flujo sanguíneo periférico, reducción de la glucogenolisis hepática y muscular, así como trastornos en la captación de potasio. Como efectos secundarios más frecuentes se encuentran la hipotensión arterial, frialdad de las extremidades, fatiga muscular, disminución de la frecuencia cardiaca, alteraciones del sueño, erupciones cutáneas y sequedad ocular.

## 6.2. Esteroides anabolizantes

A pesar de la creciente información que se ha ido acumulando sobre los riesgos del uso de esteroides anabólico-androgénicos, el consumo de estos compuestos (Bahrke y Yesalis, 2004) no sólo no parece

haber disminuido sino que hay evidencias de su difusión en medios deportivos alejados de la alta competición, donde suelen utilizarse sin conocimientos de sus riesgos y fuera de todo control médico.

Fue en 1935 cuando se sintetizó la testosterona, principal hormona masculina producida por los testículos. Desde entonces, la testosterona y sus derivados primarios, los esteroides androgénicos-anabolizantes, han llevado una curiosa doble vida: el uso terapéutico y su utilización por deportistas.

Con respecto al mundo deportivo su historia comienza en los años 40 del siglo XX, cuando se descubrió que la testosterona favorecía el desarrollo del tejido muscular. Charles D. Kochakian, un adelantado de la investigación de la hormona sintética, publicó ya en 1935 que los andrógenos estimulaban el anabolismo de las proteínas, sugiriendo la posibilidad de que la terapia fundada en ellos restaurase el tejido proteico y promoviese su desarrollo en pacientes de determinado espectro de alteraciones. La bibliografía clínica de principios de los años cuarenta se ocupó con frecuencia de la correlación entre andrógenos y desarrollo muscular, jugando incluso con la posibilidad de que tales compuestos incrementasen el rendimiento deportivo.

Paul de Kruif popularizó muchos de estos hallazgos en *The Male Hormone*, publicado en 1945. Este libro, muy leído, contribuyó sin duda a promover el uso de testosterona entre los deportistas. A finales de este decenio y comienzo del siguiente, los culturistas de la costa norteamericana del Pacífico comenzaron a tomar preparaciones de testosterona. Las noticias de la eficacia de estos fármacos se propagaron, a comienzos de los sesenta, a otros deportes que requieren el uso intensivo de la fuerza, desde las pruebas de lanzamiento de campo y de pista, hasta el rugby.

Durante los siguientes años el consumo de esteroides anabolizantes se extendió a otros deportes olímpicos: hockey, natación, ciclismo, esquí, balonvolea, lucha libre, balonmano, trineo de carreras y fútbol. Aunque su empleo está generalizado, muchos deportistas los toman sólo para desarrollar músculo, sin fines competitivos. Los controles antidopaje, dirigidos a eliminar de los deportes el recurso de los esteroides, ha perdido bastante eficacia desde su establecimiento en los años setenta.

Se denominan esteroides anabolizantes a un conjunto de compuestos relacionados con la testosterona tanto desde el punto de vista estructural como de actividad biológica. La testosterona es el principal esteroide anabolizante natural y como tal, principal responsable

de la manifestación de los caracteres sexuales secundarios y de la maduración sexual del varón.

De forma más correcta la denominación de estos compuestos debiera ser esteroides anabólico-androgénicos, ya que estas dos funciones están asociadas en el mismo compuesto. La testosterona presenta ambos efectos, el masculinizante o androgénico, que se manifiesta por la aparición de caracteres sexuales secundarios masculinos y el anabólico que se manifiesta por la estimulación del desarrollo muscular, óseo y de la hematopoyesis.

Los efectos de los andrógenos sobre los tejidos extratesticulares pueden dividirse por tanto en dos clases principales: los relacionados con la función reproductora y los caracteres sexuales secundarios, y los relacionados con la estimulación del crecimiento y la maduración somática. Así la testosterona aumenta la masa muscular al aumentar el tamaño de las fibras musculares (en adultos de ambos sexos la administración de testosterona produce retención de nitrógeno que refleja el anabolismo proteico). Los andrógenos aumentan también la masa eritrocitaria al estimular la síntesis de eritropoyetina y a través de un efecto directo sobre la maduración de precursores eritroides. Los andrógenos regulan la síntesis de muchas proteínas hepáticas, disminuyendo en concreto todas las globulinas ligadoras de hormonas. Pero lo más importante es que los andrógenos aumentan los niveles de lipoproteínas de baja densidad y disminuyen los de lipoproteínas de alta densidad. Esta acción podría ser, en parte, la responsable del mayor riesgo de arteriopatía coronaria en los varones.

Los andrógenos asimismo estimulan al principio el pico de crecimiento puberal, pero en último término detienen el crecimiento lineal al cerrar los centros de crecimiento epifisarios. Por el contrario, incrementan la cantidad total de matriz ósea depositándose en ellos grandes cantidades de sales de calcio; es decir, aumenta el volumen y resistencia de los huesos, lo que resulta protector contra la osteoporosis, más frecuente en mujeres.

Una vez revisado el mecanismo de acción de los andrógenos cabe plantearse si el mismo esquema es válido en la situación en la que estas sustancias son administradas exógenamente. Químicamente, los esteroides anabolizantes son derivados sintéticos de la testosterona, en cuya molécula se producen alteraciones con el objetivo de conseguir esteroides cuyas propiedades anabólicas sean preponderantes, a la vez que sus acciones androgénicas disminuyan al máximo. Como la actividad de los esteroides anabolizantes sintéticos

se debe a su interacción con los receptores fisiológicos de los andrógenos, es evidente que la formación de estos complejos quedará más o menos dificultada, dependiendo de la naturaleza de la modificación de su estructura en relación con la de la testosterona. Quizá debido a esta menor afinidad las concentraciones de esteroides anabólico-androgénicos necesarias para que se produzca el efecto anabolizante están muy por encima de las concentraciones fisiológicas de la testosterona.

Las indicaciones médicas están bien establecidas, tales como:

- a) Tratamiento de soporte para el estado de desnutrición que acompaña al sida.
- b) Dolor óseo en la osteoporosis.
- c) Catabolismo inducido por corticoides.
- d) Anemia grave.
- e) Angioedema hereditario.
- f) Cáncer metastásico en el varón.
- g) Déficit androgénico en los varones.

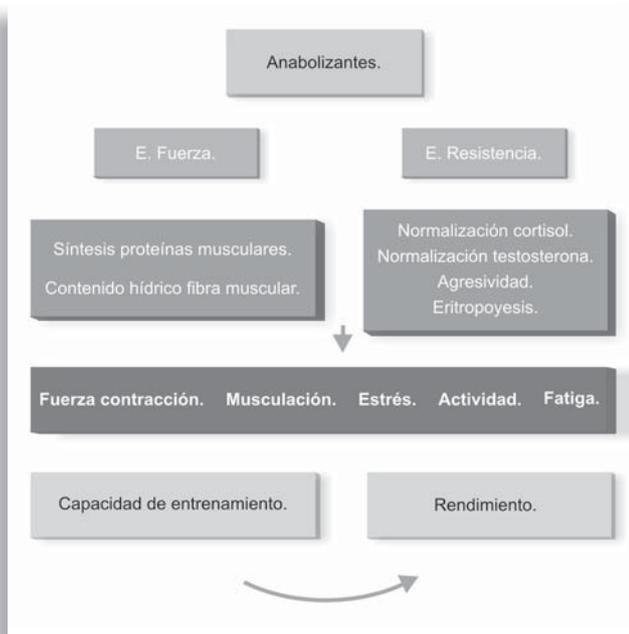
Con respecto a los atletas (Bahrke y Yesalis, 2004; Baume *et al.*, 2006) su propósito al utilizarlos depende principalmente de la actividad física en la que ellos compiten aunque la mayoría lo que buscan es ganar en masa muscular, disminuir su componente graso y sobre todo mejorar su rendimiento.

Durante muchos años su uso se limitó a las especialidades en las que la actividad atlética depende de la fuerza o potencia muscular, ya que inicialmente se les asignó la capacidad biológica de incrementar el tamaño muscular y por ello indirectamente de desarrollar fuerza. Posteriormente han sido introducidos en otras especialidades deportivas que dependen principalmente de la capacidad aeróbica bajo la presunción de que también permiten incrementarla. A pesar de que se han realizado numerosos estudios para tratar de caracterizar los efectos de los esteroides anabolizantes sobre la composición y función muscular tanto en humanos como en modelos experimentales animales, todavía no existen datos concluyentes que permitan asignar a los esteroides anabólico-androgénicos la capacidad de modificar el músculo esquelético de forma tal, que se incremente su actividad funcional en beneficio del rendimiento deportivo.

Algunas de las teorías propuestas sobre el efecto de los esteroides anabolizantes sobre el rendimiento deportivo quedan reflejadas en la Figura 30.3.

La administración de esteroides anabólico androgénicos por los atletas es vía oral e intramuscular principalmente. Aunque también es posible su admi-

nistración vía transdérmica mediante parches o bien mediante sprays nasales.



**Figura 30.3.** Principales efectos propuestos de los esteroides anabolizantes sobre el entrenamiento de fuerza y de resistencia.

Con respecto a la dosis (Baume *et al.*, 2006) utilizada depende mucho del deporte y de las necesidades individuales de cada deportista dependiendo de si es especialista en resistencia, velocista o levantador de pesos. En un principio uno podría esperar que los atletas tomaran los esteroides en cantidades similares a las que se producen de forma natural en el organismo (4-10 mg/24 h). Sin embargo los deportistas de elite utilizan 10-25 mg/24 h, 25 mg/24 h, 49 mg/24 h y 300 mg/24h. E incluso existen rumores de que ciertos competidores utilizan por encima de 2.000 mg de esteroides por día en la preparación de sus campeonatos.

Tradicionalmente los esteroides anabólico-androgénicos se han administrado (Hall, 2005) en forma de ciclos de 6-12 semanas o más. Sin embargo hay atletas como los boxeadores peso-pesado que los toman de forma más o menos continua e incrementan la dosis en ciertos momentos durante el año, como por ejemplo, para preparar una competición. A menudo los atletas toman más de un esteroide al mismo tiempo intentando activar más de un receptor o bien para obtener un efecto sinergista con la combinación de varios esteroides. Con el fin de evitar el efecto meseta, es decir, desarrollar tolerancia frente a un determinado

esteroide algunos usuarios escalonan sus fármacos o toman los esteroides de forma coincidente o bien dejan de tomar uno y comienzan otro. También a veces los usuarios dosifican su uso de forma piramidal inversa tomando dosis bajas al comienzo del ciclo y las van aumentando a lo largo del mismo.

Además, los atletas pueden utilizar un gran número de otros fármacos de forma conjunta con los esteroides anabólico-androgénicos con la finalidad de aumentar sus capacidades físicas o bien obtener efectos comunes a los esteroides. Entre estos fármacos se incluyen estimulantes, diuréticos, antiestrógenos, HCG, GH, fármacos antiacné, y antiinflamatorios.

Conviene recordar que estos regímenes de administración de los esteroides se basan en dos hechos fundamentales: por una parte en mantener el “efecto esteroide” al máximo en el momento de la competición, y en segundo lugar, evitar el riesgo de ser detectado en los controles antidopaje. De todas formas su utilización de forma ilegal se ha perfeccionado tanto que la mayoría de los usuarios conocen de qué forma deben tomarlos para no dar positivo.

Un tema de particular controversia son los posibles cambios patológicos (Modlinski y Fields, 2006) inducidos por los esteroides anabolizantes. El abuso de estos fármacos conlleva riesgos sustanciales para la salud, incluyendo alteraciones en el metabolismo de las lipoproteínas, efectos adversos en el sistema reproductor, hepatotoxicidad y cardiotoxicidad. Sin embargo, no todos los esteroides producen los mismos efectos. Así, numerosos estudios han indicado que preparaciones orales de esteroides anabolizantes, con un grupo 17alfa-alquilo introducido para retardar la degradación hepática, poseen una toxicidad mayor.

Las consecuencias negativas de la utilización de esteroides anabólicos androgénicos pueden dividirse en cuatro categorías principales:

- a) Efectos cosméticos como acné, ginecomastia y caída del pelo.
- b) Alteraciones del corazón.
- c) Toxicidad hepática como colestasis, ictericia, peliosis, carcinoma hepatocelular.
- d) Infertilidad.

Desafortunadamente la reputación de estos fármacos en dopaje ha llevado a la generalización de su uso, favorecida además por el hecho de que los efectos adversos se dan a largo plazo y por la facilidad de obtenerlos actualmente vía internet. Es conveniente por tanto un programa de educación sobre los graves peligros que su uso conlleva.

### 6.3. Enmascarantes

Dentro de este grupo se encuentran los diuréticos utilizados en terapéutica para problemas cardiovasculares y renales como la hipertensión arterial y la insuficiencia renal, su efecto es incrementar la producción de orina.

En el deporte se utilizan fundamentalmente para el control de peso o como enmascarantes de otras sustancias dopantes prohibidas.

Sin embargo la lista de sus efectos secundarios (Watson *et al.*, 2005) es extensa: deshidratación, desequilibrio electrolítico, hormigueo en las extremidades, disfunción de la audición, pérdida del apetito, náuseas, vómitos, diarrea, poliuria, sensación de sed, rubor, desvanecimientos, fatiga, irritabilidad, somnolencia, confusión, fotosensibilidad, miopía transitoria, fiebre, formación de cálculos renales, hematuria, glucosuria, insuficiencia hepática, convulsiones, fatiga muscular y disminución de la frecuencia cardiaca.

### 6.4. Otros agentes hormonales

Son sustancias utilizadas terapéuticamente en los casos de deficiencia hormonal habiéndose extendido su uso en el mundo del deporte, dada la dificultad existente para detectarlas al ser producidas en forma natural por el organismo.

#### 6.4.1. Eritropoyetina

Es una hormona producida de forma natural por los riñones que regula la proliferación y diferenciación de las células progenitoras eritroides. El estímulo fundamental de su secreción es la hipoxia de dichas células, que puede aparecer en situaciones no sólo de anemias, sino también por el ejercicio físico, el ascenso a grandes alturas y por supuesto en situaciones patológicas tales como insuficiencias cardiacas o enfermedades pulmonares.

De forma muy resumida se puede indicar que como resultado de la acción de la eritropoyetina se inician, probablemente en el eritroblasto, una serie de procesos integrados y controlados para la producción de protoporfirina, cadenas de globina y absorción de hierro que en definitiva conduce a la síntesis de hemoglobina estimulando consecuentemente una rápida expansión de las células progenitoras eritropoyéticas, que finaliza en la producción de hematíes (Figura 30.4).

En la década de los 80 la investigación de vanguardia permitió mediante ingeniería genética fabricarla

de forma sintética: la EPO recombinante humana. Su primera utilidad terapéutica fue el tratamiento de la anemia consecutiva a una enfermedad renal. Pero al mismo tiempo se abrió su potencial abuso para fines no terapéuticos por parte de los atletas de resistencia.

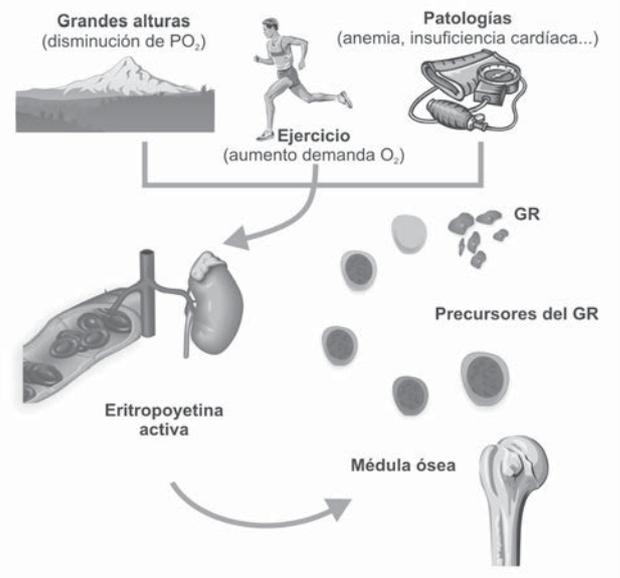


Figura 30.4. Estímulos que incrementan la secreción de eritropoyetina y por tanto la eritropoyesis.

La intencionalidad de su uso en la práctica deportiva es incrementar la capacidad de transporte de oxígeno a los tejidos, habiendo demostrado algunos estudios incrementos en la concentración de hemoglobina y hematocrito, aumentos en el VO<sub>2</sub> máx y en el tiempo necesario para llegar al agotamiento (Joyner, 2003).

Indudablemente el riesgo del aumento de la masa eritrocitaria (hematocrito) es el incremento de la viscosidad sanguínea que puede favorecer la aparición de trombosis en el deportista que se la administra. En un primer momento, y debido a que no era posible detectar la utilización de EPO en orina, determinadas federaciones obligaron a los participantes en competiciones a someterse a exámenes de hematocrito sin previo aviso. En el caso de que un deportista presente un valor de hematocrito superior al 50% se insta a que abandone la prueba por razones de salud. En la actualidad en los laboratorios acreditados existen métodos analíticos específicos para detectar la administración exógena de EPO (Wilber, 2002).

Sin embargo, las prácticas de dopaje aparecen y evolucionan rápidamente como consecuencia de la creación y desarrollo de nuevos fármacos. A esto se suma que el reclamo económico es tan grande y tenta-

dor que los laboratorios, de paso, no cesan en la investigación de nuevos productos. La última generación de dopaje aparece en forma de “portadores de oxígeno” (Gaudard *et al.*, 2003; Chumacher YO, Ashenden, 2004). Éstos pueden ser sintéticos o de bioingeniería pero no pretenden ser sustitutos de la sangre pues no realizan funciones como proporcionar nutrientes o luchar contra las infecciones. Lo que pretenden es, temporalmente, ante una situación patológica, incrementar el transporte de oxígeno y del dióxido de carbono por la sangre. Las estrategias que se siguen son básicamente dos: productos basados en la molécula de hemoglobina y derivados perfluorados.

Los basados en hemoglobina parten de sangre animal (*hemopure*, vacuna), sangre humana (*hemassist*) o mediante técnicas de ADN recombinante.

Los perfluorocarbonatos son partículas encargadas del transporte de oxígeno por el plasma sanguíneo, sin necesidad de utilizar glóbulos rojos ni por supuesto hemoglobina, que se han desarrollado como alternativa puntual a la sangre.

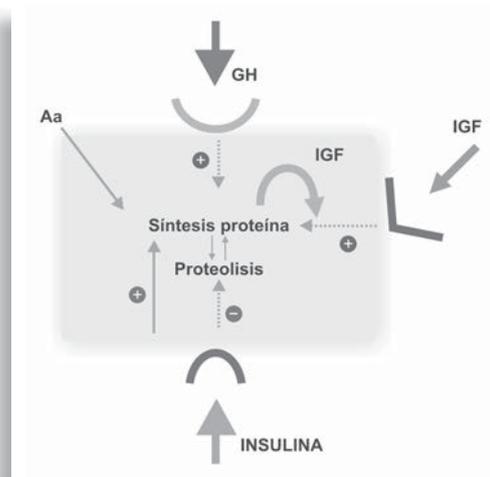
#### 6.4.2. Hormona de crecimiento

La hormona de crecimiento producida en la hipófisis tiene acciones metabólicas (Doessing y Kjaer, 2005) muy importantes que incluyen la conservación de la masa magra estimulando la síntesis proteica y produciendo otros efectos metabólicos como la lipólisis que asegura el destino preferencial de los aminoácidos procedentes de la proteína alimentaria para la citada síntesis, y asimismo facilita la elevación de la glucosa sanguínea. Actúa sobre el metabolismo de los lípidos y de los hidratos de carbono modulando la acción de la insulina. La mayor parte de sus efectos fisiológicos puede realizarlos a través de la síntesis de otras proteínas con actividad endocrina, autocrina y paracrina denominadas somatomedinas o factor de crecimiento similar a la insulina (IGFs) (Figura 30.5).

Su utilización en el campo deportivo (Saugy *et al.*, 2006) se debe a la convicción de que el uso de hormona de crecimiento ofrece mayores beneficios que los esteroides anabolizantes, careciendo a su vez de sus efectos secundarios, además de la dificultad para su detección en orina (Abellán *et al.*, 2006).

Los estudios existentes hasta la fecha no aportan evidencia suficiente sobre los efectos beneficiosos (Berggren *et al.*, 2006) para los deportistas, aunque en estos momentos se están realizando múltiples estudios científicos sobre la aplicación de los IGF en la

recuperación del músculo atrófico mediante terapia génica.



**Figura 30.5.** Acción sinérgica entre insulina, IGF y hormona de crecimiento (GH).

El IGF-1 es un péptido formado por 70 aminoácidos, la mitad del cual presenta una secuencia aminoácídica igual a la de la insulina a cuyo receptor puede unirse débilmente. Sus acciones son diferentes dependiendo del tejido sobre el que actúe. Así, en las células musculares estimula la síntesis de proteínas; en el tejido adiposo la lipólisis, etc. Para los deportistas ambas acciones son muy llamativas, por lo que se sospecha una gran utilización en determinados deportes.

Existe además un efecto sinérgico entre la IGF, la insulina y la hormona de crecimiento. Así la hormona de crecimiento y la IGF presentan un efecto anabólico al incrementar la síntesis de proteínas directamente mientras que la insulina lo realiza de forma directa e indirecta al inhibir su degradación.

Entre los riesgos que conlleva la utilización de hormona de crecimiento se encuentra el desarrollo de acromegalia, que da lugar a un cuadro clínico de aparición muy lentamente progresiva y manifestaciones patológicas severas y escasamente reversibles, entre las que destacan la hipertensión, hipertrofia cardíaca, enfermedad coronaria, insulinoresistencia, etc.

## 7. DOPAJE GENÉTICO

En un sentido estricto, por terapia génica humana (TG) se entiende:

“La administración deliberada de material genético en un paciente humano con la intención de corregir un defecto genético específico.”

Otra definición más amplia considera la terapia génica como:

“Una técnica terapéutica mediante la cual se inserta un gen funcional en las células de un paciente humano para corregir un defecto genético o para dotar a las células de una nueva función.”

La terapia génica está orientada no al diagnóstico sino a la curación de las enfermedades. El espectro de éstas, que podrían ser tratadas, es teóricamente bastante amplio. Entre ellas se encuentran enfermedades infecciosas, cánceres, enfermedades hereditarias recesivas y dominantes o trastornos del sistema inmune, como alergias y enfermedades autoinmunes. Sin embargo, en la práctica, las dificultades para aplicar con éxito la mayor parte de las estrategias de terapia génica son numerosas y los resultados obtenidos hasta ahora han sido mucho más modestos de lo que en un principio se esperaba, aun cuando las perspectivas de futuro son muy esperanzadoras.

Entre las técnicas de terapia génica se están estudiando en la actualidad métodos encaminados a regenerar los músculos, aumentar su resistencia o protegerlos de la degradación. Esta terapia génica se ha concebido como un tratamiento potencial para numerosas enfermedades, entre ellas la distrofia muscular, una alteración caracterizada por la pérdida de músculo. La estrategia consistiría en sustituir el gen defectuoso que provoca la patología por otro sintético que supla la carencia del natural y restablezca el funcionamiento correcto del organismo.

Desde el inicio de las investigaciones en esta área se ha apuntado la posibilidad de que la terapia génica pudiese emplearse en el futuro para aumentar las capacidades del organismo en lugar de simplemente devolver la normalidad a estructuras y funciones deterioradas. En definitiva, para “crear” superatletas (Haisma, de Hon, 2006). Actualmente parece haber comenzado a dibujarse como una realidad que es, además, difícil de controlar, porque una de las ventajas para los adictos al dopaje es que resulta muy complicado detectar cuándo un individuo se ha sometido a manipulación genética (Azzay *et al.*, 2005). Ni una sola pista en la sangre o en la orina, sólo una biopsia del músculo puede dar con el rastro del gen insertado o del virus que lo ha transportado hasta su destino.

Lee Sweeney, especialista en terapia génica de la Universidad de Pensilvania (EEUU), ha afirmado haber recibido la petición por parte de deportistas de modificar genéticamente sus cuerpos para convertirse en superhumanos con una masa muscular o una resistencia al esfuerzo fuera de lo común. Swee-

ney es uno de los investigadores que ha logrado los resultados más espectaculares, en lo que a musculatura se refiere, trabajando con animales de laboratorio. El mencionado científico, que ha publicado un amplio artículo en la revista *Scientific American* en el que explica el estado de la cuestión, ha realizado interesantes estudios con el gen que produce la IGF-1, una proteína que estimula el crecimiento del músculo. Los miembros de su equipo “engancharon” el fragmento de ADN correspondiente a dicho gen a un virus que actúa como lanzadera transportando a su pasajero hasta el núcleo de las células musculares. A continuación, inyectaron la combinación a un grupo de ratones jóvenes. El resultado fue que los animales desarrollaron una masa muscular entre un 15% y un 30% superior a lo normal, incluso llevando una vida sedentaria.

Uno de los pasos cruciales y que mayores problemas ha planteado hasta ahora ha sido el de seleccionar el vector adecuado para la transferencia génica. Los principales tipos de vectores son virus (especialmente adenovirus), aunque también se han realizado ensayos con liposomas, con conjugados moleculares y con ADN desnudo. El uso de virus como vectores en terapia génica para introducir genes en células se realiza destruyendo la actividad patogénica del virus y su capacidad de multiplicación dentro de las células. Para ello, se eliminan de su ADN los genes responsables de estas funciones, que son sustituidos por los fragmentos de ADN terapéutico que se desean transferir.

Con las técnicas de terapia génica puede, por tanto, añadirse un gen al músculo vehiculizado dentro de un vector, que lo transporta hasta el interior del núcleo de la célula, donde inducirá la síntesis proteica. En la reparación normal del músculo, la proteína IGF-1 transmite una señal a las células satélite, células madre específicas del músculo, para que proliferen. La introducción del gen que expresa la IGF-1 producirá, por tanto, una mayor proliferación de células satélite y una fibra muscular hiperplásica.

Otra molécula de interés es la miostatina, un miembro de la familia de factores de crecimiento TGF-beta que se expresa predominantemente en músculo esquelético. La miostatina evita la proliferación de las células satélite y limita el desarrollo de las fibras musculares. Se ha demostrado que mutaciones en el gen de la miostatina son responsables del crecimiento muscular anormal en ganado de razas Belgian Blue y Piamontés y que la delección del gen de la miostatina produce un marcado incremento de la

masa y de la fuerza muscular en ratones. Estrategias tales como la inyección de anticuerpos monoclonales neutralizantes o métodos para el bloqueo de la fragmentación de la molécula precursora de la miostatina pueden traducirse en una marcada hipertrofia e hiperplasia muscular.

Sin embargo, estas técnicas están comenzando y, aparte de la eficacia, la seguridad constituye uno de los muchos aspectos que se deben investigar antes de su utilización en el hombre. Por ejemplo, la transferencia génica para acelerar la síntesis de eritropoyetina ya se ha ensayado en animales. Sin embargo, los resultados de algunos experimentos no han sido exitosos, pues el recuento de hematíes se llegaba a incrementar en exceso, y sangre de los animales se volvía tan densa que era necesario diluirla con regularidad para evitar un fallo cardíaco.

Un paso más allá puede ser la utilización de células madre embrionarias de la masa interna del blastocisto, con capacidad virtual de transformarse en prácticamente cualquier célula del cuerpo. Podría pensarse, por ejemplo, en la implantación de dichas células modificadas genéticamente con vectores que programen la expresión de proteínas tales como la eritropoyetina o la hormona de crecimiento (Azzay *et al.*, 2005).

La manipulación génica no se halla por el momento al alcance del atleta medio, pues requiere técnicas demasiado complejas. La Agencia Mundial Antidopaje no obstante teme que, como ya sucedió con los esteroides anabolizantes y la eritropoyetina, pronto emerja un mercado ilegal de potenciación génica.

**PARTE VII**

---

**ACTIVIDAD FÍSICA Y DESARROLLO  
HUMANO**



# Actividad física en niños

José Antonio Casajús Mallén

## OBJETIVOS

- Definir crecimiento y desarrollo e identificar las diferentes etapas durante el crecimiento y el desarrollo.
- Conocer las características específicas del aparato locomotor del niño y del adolescente.
- Conocer las características metabólicas aeróbicas y anaeróbicas del niño y del adolescente y describir la adaptación cardiorrespiratoria a la actividad física.
- Enumerar y definir las principales diferencias fisiológicas con el adulto.
- Aplicar en la prescripción de ejercicio físico para la salud las características específicas de niños y adolescentes.

## 1. INTRODUCCIÓN

En los países desarrollados se dedican grandes esfuerzos a la prevención y mejora de la calidad de vida de la población. Superados muchos de los problemas de atención al enfermo existe una creciente preocupación por el mantenimiento y mejora del estado de salud. En este apartado la actividad física desempeña un papel fundamental en cualquier etapa de la vida.

Existe consenso generalizado entre los especialistas de que la actividad física es necesaria para el crecimiento armónico y desarrollo integral del niño. Las características de la sociedad industrializada han provocado un gran cambio en las pautas de comportamiento. La reducción de espacios naturales para el juego, mecanización del transporte, televisión, vida sedentaria y un largo etcétera entorpecen el desempeño natural y espontáneo del niño hacia el juego y esparcimiento. Por este motivo la promoción de ejercicio físico, la educación física en las escuelas y los programas extraescolares de deporte deben emerger como alternativas a este estilo de vida (Sanz *et al.*, 2006). Por otra parte, todavía existe temor en los padres y educadores ante el posible daño que los niños puedan sufrir al participar, desde muy jóvenes, en deportes competitivos. La dedicación de las Ciencias del Deporte y de la Medicina al estudio y atención de estos niños tienen precisamente como finalidad garantizar la bondad del deporte.

La actividad física, la prescripción de ejercicio físico o la programación de un entrenamiento con niños requieren, en primer lugar, el conocimiento de las características y adaptaciones fisiológicas del niño al ejercicio físico. En Pediatría se insiste en que "el niño no es un hombre pequeño", y esta máxima, evidente desde el punto de vista anatómico, también se observa desde el punto de vista funcional.

El conocimiento actual de las respuestas y adaptaciones fisiológicas del niño al ejercicio físico es todavía deficiente. Las capacidades fisiológicas tienen una estrecha relación con las dimensiones corporales; por ejemplo, el volumen sistólico aumenta de forma paralela al aumento del tamaño del corazón. Pero además del tamaño corporal hay otros aspectos que modulan las respuestas y adaptaciones fisiológicas del niño.

## 2. CRECIMIENTO, DESARROLLO Y MADURACIÓN. ETAPAS

Desde el nacimiento, y también durante el periodo intrauterino, el niño sufre una serie de cambios que desembocan en su transformación en un individuo adulto. Estos cambios no son caprichosos sino que se producen en el contexto de dos procesos de carácter más general: crecimiento y desarrollo.

El crecimiento es un término que expresa el aumento en número y tamaño de las células. Es un fenó-

meno anatómico de hipertrofia, hiperplasia e incremento de material intracelular, que habitualmente se comprueba en el hábito externo por el incremento de la talla. El desarrollo es un concepto fisiológico que indica la diferenciación progresiva de órganos y tejidos, con adquisición y perfeccionamiento de sus funciones. Maduración es el nivel de desarrollo alcanzado en un momento dado. Se puede valorar a través del estudio de la maduración ósea, sexual, dental o morfológica.

El crecimiento es un fenómeno biológico complejo a través del cual los seres vivos, al mismo tiempo que incrementan su masa, maduran morfológicamente y adquieren de forma progresiva plena capacidad funcional. La evolución de cada parámetro (peso, talla, etc.) está ligada a la dotación genética, a los factores ambientales y a la ecosensibilidad o capacidad de respuesta individual ante estímulos externos.

Aunque el crecimiento y el desarrollo son procesos continuos, se pueden diferenciar las siguientes etapas:

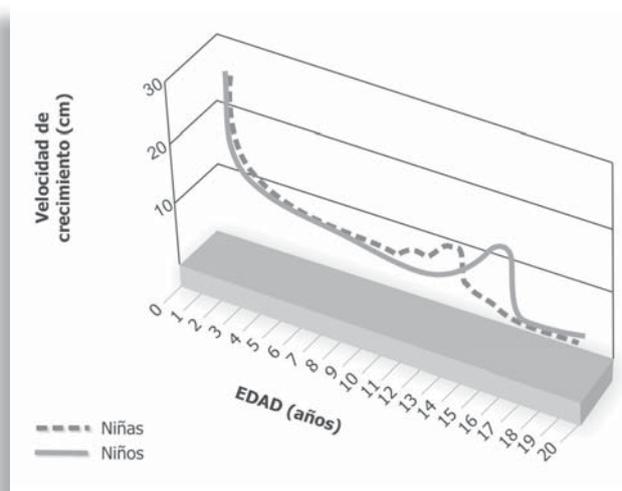
1. *Etapa prenatal*: desde la concepción hasta el nacimiento.
2. *Etapa postnatal*:
  - a) *Primera infancia*, hasta los dos años (neonatal cuatro semanas, lactante un mes hasta los dos años).
  - b) *Segunda infancia*, de los tres a los seis años. Etapa preescolar.
  - c) *Tercera infancia*, de los siete a los diez años en niñas, y de los siete a los doce años en niños. Etapa escolar.
  - d) *Adolescencia*, fechas no muy precisas:
    - Niñas 10-[14-16].
    - Niños 12-[16-18].

Las etapas que corresponden con la edad escolar y la adolescencia están situadas entre los siete y los dieciocho años aproximadamente, con una serie de periodos críticos en los que el organismo es especialmente sensible y vulnerable a cualquier estímulo como el ejercicio físico. Se denominan periodos críticos a la máxima capacidad de crecimiento de un tejido, que no es simultáneo para todos los tejidos. Cada tejido (neural, linfóide, genital etc.) tiene un ritmo diferente de crecimiento. Durante estos periodos críticos existe una gran hiperplasia celular (aumenta la cantidad de DNA). Los tejidos que se encuentran en periodos críticos son los más vulnerables. Por lo tanto todo niño que atraviese una etapa acelerada de crecimiento deberá invertir proporcionalmente las cargas de trabajo.

El crecimiento no es un fenómeno que se desarrolle de manera uniforme para todos los órganos, sino

que se establecen diferencias que permiten clasificar tipos o patrones de crecimiento para los diferentes órganos y sistemas. El crecimiento general del organismo muestra un rápido incremento durante el primer año de vida, un enlentecimiento durante la infancia, y un nuevo incremento rápido al aproximarse la pubertad. El crecimiento genital muestra un mínimo incremento durante el primer año y durante la infancia, seguido de un rápido incremento al llegar la pubertad. El crecimiento del tejido nervioso alcanza a los dos años el 60% del total y a los cinco años el 90%, el 10% restante de los seis a los veinte años. El tejido linfóide alcanza un máximo a los diez-dos años y disminuye después hasta los veinte años.

Un niño normal suele aumentar su longitud un 50% en el primer año, alcanzando al segundo año la mitad de la talla adulta. A los cuatro años ha duplicado la longitud que tenía al nacer. A continuación tiene lugar un periodo de crecimiento regular (5-7 cm/año) hasta alcanzar la pubertad donde aparece otro pico en la velocidad de crecimiento (8-12 cm/año) (Figura 31.1). Si la velocidad de crecimiento no es regular el crecimiento tampoco es geométrico. Primero crecen las manos y los pies, luego los brazos, las piernas y el tronco, posteriormente las caderas y los hombros y finalmente el diámetro anteroposterior de tórax.



**Figura 31.1.** Velocidad de crecimiento en niños y niñas (adaptado de Fernández, 2005).

En el momento del nacimiento la longitud o altura sentado es aproximadamente tres cuartas partes de la altura total, es decir, las piernas son cortas en relación al tronco. Durante los primeros años los miembros inferiores crecen más deprisa que el segmento superior hasta la pubertad, o lo que es lo mismo, la relación entre talla sentado y talla disminuye durante

la etapa infantil. A partir de entonces, el cociente se invierte y el segmento superior aumenta más rápidamente que el inferior.

Aunque la actividad física no suele tener ningún efecto sobre la talla definitiva, el ritmo y la velocidad de crecimiento pueden sufrir alguna interferencia. Un incremento excesivo en el desempeño físico podría influir sobre el crecimiento, bien por un efecto mecánico directo sobre las epífisis o por una modificación en la concentración de las hormonas reguladoras. Una carga de trabajo de 900 kg paralela al eje de crecimiento del hueso podría detener el crecimiento epifisario.

El peso se duplica al tercer o cuarto mes, se cuadruplica al segundo año y a los siete años se ha alcanzado la mitad del peso del adulto. La masa muscular aumenta progresivamente del 25% del peso al nacimiento hasta el 40% del peso en el adulto. Durante la pubertad se experimenta un incremento notable de la masa muscular. La grasa subcutánea aumenta del 10% al nacimiento hasta el 20% a los nueve meses. Posteriormente va disminuyendo según la actividad del niño hasta alcanzar un mínimo a los seis-ocho años. La cantidad de tejido adiposo está en función del número y tamaño de sus células. Estos parámetros varían durante el crecimiento; el tamaño de las células del tejido adiposo permanece relativamente estable hasta la adolescencia, mientras que el número aumenta paralelamente al crecimiento. Este aspecto es fundamental en el control de la composición corporal del adulto. Durante la pubertad existe un aumento importante tanto en número como en tamaño de las células, así como una redistribución de la grasa subcutánea, responsable del dimorfismo sexual.

La actividad física regular provoca disminución del peso de masa grasa y aumento del peso libre de grasa, muy a menudo sin cambios importantes en el peso corporal. La magnitud de estas alteraciones dependen directamente de la frecuencia, intensidad y duración de los programas de ejercicio físico. También actúa sobre los huesos y cartílagos de crecimiento favoreciendo su mineralización y adaptando su estructura y composición a las funciones solicitadas.

### 3. APARATO LOCOMOTOR EN EL NIÑO Y ADOLESCENTE

En la actualidad no hay ninguna duda de que los efectos del ejercicio físico realizado con la frecuencia e intensidad adecuada a la edad del niño, tienen efectos

beneficiosos sobre los músculos, el sistema óseo, los cartílagos de crecimiento y las articulaciones.

Con el ejercicio físico se consigue un aumento del volumen muscular, que se acompaña, hasta los veinte años, con un aumento del volumen del tendón, con lo que se mantiene la relación músculo-tendón. A partir de esta edad la hipertrofia muscular secundaria al ejercicio físico no va acompañada de la correspondiente hipertrofia del tendón.

Las tracciones y presiones provocadas por el ejercicio físico en los huesos en crecimiento, estimulan la osteoblastosis y la captación de calcio, incrementando la masa ósea total. En la actualidad se considera que una forma importante de prevenir la osteoporosis del adulto es incrementar el ejercicio físico durante el crecimiento.

El cartílago de crecimiento necesita estímulos de tracción y presión para su adecuada nutrición. El ejercicio físico y el juego espontáneo del niño proporcionan estímulos suficientes para nutrir, por imbibición, el cartílago de crecimiento. Sin embargo, una lesión de este cartílago afectaría al crecimiento normal de ese hueso.

Por lo tanto, debemos tener presente que el aparato locomotor del niño y adolescente presenta unas características especiales:

- Hueso inmaduro en su composición y estructura.
- Cartílagos de crecimiento y núcleos de osificación activos.
- Elementos articulares elásticos.

Estas características lo hace extraordinariamente sensible a las acciones mecánicas provocadas durante la práctica deportiva, pudiendo provocar, además de las lesiones agudas, otras por sobrecarga macro y microtraumáticas como osteonecrosis asépticas, modificaciones estáticas, periartropatías o fracturas de sobrecarga.

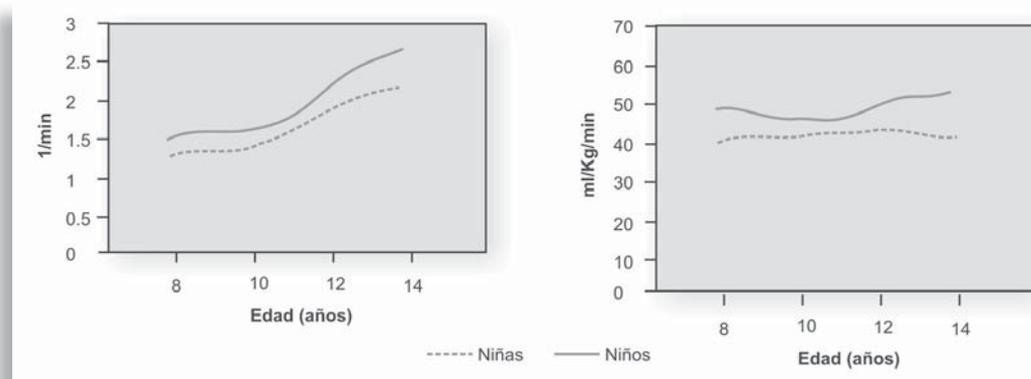
## 4. RESPUESTAS FISIOLÓGICAS DEL NIÑO AL EJERCICIO FÍSICO

Para mantener el movimiento, el músculo esquelético debe satisfacer sus necesidades energéticas a través de los sustratos que provienen de la ingesta diaria de nutrientes o de las reservas energéticas del organismo. Todas las células del organismo utilizan el ATP (adenosín-trifosfato) como moneda energética

para llevar a cabo sus funciones. El ATP es la forma inmediatamente utilizable de energía química para la actividad muscular. Se trata de uno de los compuestos denominados “ricos en energía”, formado por un complejo de moléculas, que se denomina adenosina, y tres componentes más simples, los grupos fosfato. Los dos últimos grupos fosfato representan enlaces de alta energía. Cuando por una reacción química (hidrólisis) se rompe uno de estos enlaces, se libera

años, posiblemente relacionada con el incremento en masa grasa (Figura 31.2).

Cuando se compara el  $\text{VO}_2$  máx de adolescentes de diferentes edades, pero del mismo peso y talla, se observa una clara relación con la edad. Este hecho pone en evidencia que además del tamaño corporal hay otros factores ligados al proceso madurativo del niño que van a influir sobre la potencia aeróbica máxima.



**Figura 31.2.** Consumo máximo de oxígeno en valores absolutos y por kilo de peso en chicos y chicas de 8 a 14 años (Casajús *et al.*, 1989).

gran cantidad de energía (alrededor de 12 kcal) que utilizan las células para realizar su trabajo “biológico”. La cantidad de ATP que las células pueden almacenar es muy pequeña, por lo que continuamente se debe estar resintetizando.

#### 4.1. Vía aeróbica

El consumo máximo de oxígeno o  $\text{VO}_2$  máx es el parámetro comúnmente utilizado para valorar la potencia aeróbica. Representa la máxima cantidad de oxígeno que el organismo es capaz de consumir por unidad de tiempo. Se puede expresar en valores absolutos ( $\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ ), o relativos en función del peso corporal ( $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ).

En valores absolutos el aumento de  $\text{VO}_2$  máx es paralelo al crecimiento del niño, como consecuencia del incremento de las dimensiones corporales. Hasta la edad de doce años el incremento es prácticamente igual entre chicos y chicas, siendo los valores de los chicos ligeramente superiores. En estos últimos, el  $\text{VO}_2$  máx aumenta hasta los dieciocho años, mientras que en las chicas no suele pasar de los catorce años.

Cuando el  $\text{VO}_2$  máx se expresa en función del peso corporal, se observan pocas modificaciones en los chicos con la edad, mientras que en las chicas hay una tendencia descendente a partir de los diez-once

#### 4.2. Umbral anaeróbico

El umbral anaeróbico es el parámetro que nos informa de la resistencia aeróbica. Se define como “la intensidad de ejercicio o de trabajo físico por encima de la cual empieza a aumentar de forma progresiva la concentración de lactato en sangre, a la vez que la ventilación se intensifica también de una manera desproporcionada con respecto al oxígeno consumido”. El umbral anaeróbico de niños y adolescentes, cuando se expresa como porcentaje del  $\text{VO}_2$  máx, es algo más alto que en los adultos. Por lo tanto, desde el punto de vista aeróbico, no existen grandes diferencias entre niños y adultos, ya que el consumo máximo de oxígeno y el umbral anaeróbico son similares en ambos grupos de edad.

#### 4.3. Eficiencia energética

La eficiencia mecánica se define como la relación entre el trabajo mecánico externo producido por el músculo y la energía química utilizada durante la contracción muscular.

En actividades como el ciclismo la eficiencia mecánica de los niños es similar a la de los adultos. Sin embargo en actividades de carrera y salto es mucho menor, es decir, gastan mucho más de lo que

realmente se necesita para caminar o correr a una determinada velocidad. Como se observa en la Figura 31.3, un niño de cinco años necesita casi 50 mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> de O<sub>2</sub> para correr a 9 km.h<sup>-1</sup>, mientras que un adolescente de dieciséis años apenas necesita 25 mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>. Este hecho explica el por qué los niños no pueden mantener el ritmo de los adultos durante una carrera submáxima, a pesar de tener un VO<sub>2</sub> máx similar por kilo de peso.

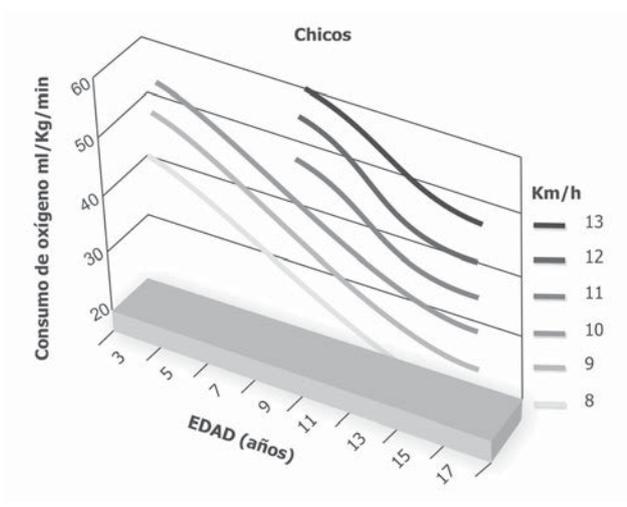


Figura 31.3. Consumo de oxígeno para diferentes intensidades de carrera y edad (adaptado de Bar-Or, 1983).

Este mayor gasto energético para una actividad determinada, lleva consigo que la reserva energética de los niños sea menor que la de los adultos y que aumente progresivamente con la edad.

#### 4.4. Vía anaeróbica

La producción de energía por la vía anaeróbica es importante durante el crecimiento, porque muchas de las actividades en estas edades son explosivas, rápidas y de corta duración y por lo tanto relacionadas con el metabolismo anaeróbico láctico y aláctico.

Las posibilidades de los niños para desarrollar tareas anaeróbicas son claramente inferiores a las de los adultos, tanto si se expresa en valores absolutos como relativos a las dimensiones corporales. No obstante cuando se relaciona con el peso corporal las diferencias son mucho menores, lo que sugiere una estrecha relación con el peso y sobre todo con el peso muscular (Figura 31.4).

En los chicos se observa un incremento de las capacidades anaeróbicas durante todo el periodo de

crecimiento, mientras que en las chicas sólo se observa hasta los catorce-dieciséis años. Hasta los nueve-once años prácticamente no existen diferencias entre chicos y chicas. Sin embargo, a partir de los trece años las diferencias se disparan incrementándose mucho más en los chicos. Las diferencias entre sexos en valores absolutos y relativos aparecen antes del inicio de la pubertad de los chicos y continúan aumentando a lo largo del periodo de crecimiento.

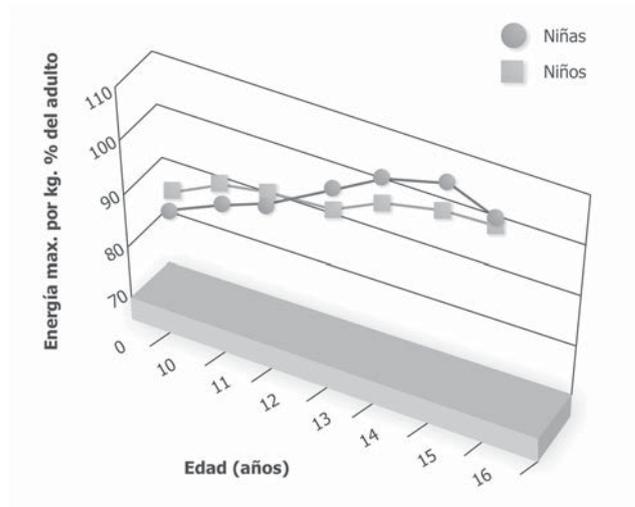


Figura 31.4. Características anaeróbicas y edad en chicos y chicas (adaptado de Bar-Or, 1983).

Estas diferencias observadas entre sexos o el incremento del rendimiento anaeróbico con la edad, no se explican sólo por el aumento de las dimensiones corporales o aumento de la masa muscular. Existen otros factores relacionados con las variaciones hormonales, características bioquímicas de los músculos o de la activación neuronal que tienen lugar durante el crecimiento y que están íntimamente relacionadas con el desempeño anaeróbico (Tabla 31.1).

Tabla 31.1. Utilización de sustratos y actividad enzimática a nivel muscular en niños comparados con adultos (PFK fosfofructoquinasa, metabolismo anaeróbico; DSH succinicodehidrogenasa, metabolismo aeróbico).

Utilización de sustratos energéticos y actividad enzimática a nivel muscular	Niño vs Adulto
ATP.	Igual.
PC.	Igual.
Glucógeno.	Mucho menos.
Actividad enzimática PFK.	Menor.
Actividad enzimática SDH.	Mayor.

Las hormonas masculinas (andrógenos) tienen un importante papel en la síntesis proteica y en el desarrollo muscular. Los adultos varones tienen diez veces más actividad androgénica que los niños prepúberes o las mujeres adultas; por consiguiente, el desempeño anaeróbico, estrechamente relacionado con el desarrollo muscular, está relacionado con los niveles de testosterona existentes en el organismo.

Por otro lado, hay una serie de determinantes bioquímicos que se modifican con el crecimiento. Las concentraciones de fosfocreatina y glucógeno muscular son mucho menores en los niños si lo comparamos con los adultos (Tabla 31.1). Los niños no son capaces de alcanzar altas concentraciones de lactato muscular (producto final de la glucólisis anaeróbica) lo que sugiere una disminución de la producción energética glucolítica. Se ha observado que la actividad de la enzima PFK —fosfofructoquinasa—, reguladora fundamental de la glucólisis, es mucho menor en niños y adolescentes que en adultos, relacionándose con los niveles de testosterona. Además los niños y adolescentes no son capaces de tolerar niveles de acidosis tan elevados como los adultos.

También se ha observado que los adultos son capaces de utilizar mejor la energía elástica acumulada durante diferentes actividades (saltar, correr, pedalear) que los niños, y que esta cualidad mejora con la edad, siendo mayor en los hombres que en las mujeres.

En los primeros minutos de una actividad física se requiere energía, que en principio se obtiene por la vía anaeróbica hasta que se alcanza un estado estable aeróbico (la demanda de ATP se iguala con la producción aeróbica de ATP). En los niños este tiempo de adaptación a un estado estable es menor que en los adultos, estableciéndose una relación positiva entre la edad y el tiempo necesario para alcanzar el estado estable. El déficit de  $O_2$  de los niños es menor que el de los adultos, alcanzando mucho antes el estado estable.

¿Existe una especialización metabólica en los niños, similar a la que encontramos en los adultos? ¿Niños con buenos resultados en carreras de fondo serán lentos en velocidad? Para Bar-Or, los niños prepúberes no son especialistas desde el punto de vista metabólico. Los niños que destacan lo hacen tanto en pruebas aeróbicas como anaeróbicas.

## 5. TERMORREGULACIÓN

El 70-80% de la energía química producida durante la contracción muscular se convierte en calor, que va a incrementar la temperatura corporal. Disipar este exceso de calor es una de los mayores retos del sistema termorregulador durante la actividad física.

El niño es un termorregulador mucho menos eficaz que el adulto, ya que el flujo térmico que depende de la relación superficie corporal/peso es un 36% mayor en el niño que en el adulto, lo que representa un riesgo para el niño en condiciones climáticas adversas. Además, la producción de calor es proporcionalmente mayor en el niño que en el adulto, la producción de sudor es menor y el gasto cardiaco para un trabajo determinado también es menor (Tabla 31.2). En resumen, en condiciones climáticas adversas —tanto frío como calor—, hay que extremar las precauciones cuando se está trabajando con niños, facilitando la hidratación y refrigeración en caso de temperaturas elevadas o bien evitando las pérdidas de calor en ambientes fríos.

**Tabla 31.2.** Adaptación termorreguladora del niño comparado con el adulto.

Característica	Niños vs Adultos
Calor metabólico en carrera.	Mayor.
Producción de sudor $m^2$ piel.	Menor.
Producción de sudor por glándula.	Mucho menor.
Umbral de sudor.	Mayor.
Flujo sanguíneo en piel.	Menor.
Contenido de sudor de Na Cl.	Menor.
Tiempo de tolerancia al ejercicio.	Menor.
Tiempo de aclimatación.	Más lento.

## 6. PERCEPCIÓN DEL ESFUERZO

Los niños son habitualmente más activos que los adultos. Una posible explicación de este fenómeno es que los adultos perciban el ejercicio como una actividad más fatigante que los niños.

Para valorar la sensación de fatiga que produce un ejercicio se aplica la escala de Borg que valora la tasa de esfuerzo percibido. Esta escala está numerada de 6 a 20, correspondiendo a 6 la actividad más ligera y a 20 la más pesada. En niños se ha modificado esta tabla con una escala entre 1 y 10. Si se toma la frecuencia cardiaca submáxima como índice de estrés cardiovas-

cular y se relaciona con la tasa de esfuerzo percibido, se observa que los niños tienen una percepción más ligera del esfuerzo realizado. Los mismos resultados se obtienen si se utiliza la frecuencia cardíaca submáxima como porcentaje de la máxima. Esta percepción también explicaría la rapidez de recuperación de los niños después de un ejercicio extenuante.

ESCALA DE LA TASA DE ESFUERZO PERCIBIDO			
ADULTOS (Borg 1970)	6	NIÑOS (William et al., 1994)	1 Muy, muy fácil
	7 Muy, muy ligero		2 Muy fácil
	8		3 Fácil
	9 Muy ligero		4 Sintiendo un poco de esfuerzo
	10		5 Empezando a ser pesado
	11 Ligero		6 Siendo bastante pesado
	12		7 Pesado
	13 Algo duro		8 Muy pesado
	14		9 Muy, muy pesado
	15 Duro		10 Tan duro que tengo que parar
16			
17 Muy duro			
18			
19 Muy, muy duro			
20			

Figura 31.5. Tasa de esfuerzo percibido (RPE) para adultos y niños.

## 7. RESPUESTA VENTILATORIA

El papel de la respuesta ventilatoria durante la actividad física consiste en facilitar la captación de O<sub>2</sub> y la eliminación de CO<sub>2</sub>, además de regular el equilibrio ácido-base mediante el control de la eliminación de CO<sub>2</sub>. Para llevar a cabo estos objetivos la ventilación pulmonar aumenta, facilitando el intercambio de gases a nivel alveolar, y se incrementa el flujo sanguíneo pulmonar.

El volumen de aire respirado por minuto (volumen minuto respiratorio o VE) depende del número de respiraciones por minuto (FR) y del volumen de aire de cada respiración (volumen corriente, VC):

$$V_E = FR \times VC$$

En un adulto, la FR está alrededor de 12 y el VC es de 0,5 l.min<sup>-1</sup>, por lo que el volumen minuto respiratorio sería de 6 l.min<sup>-1</sup>. En situación de reposo los niños tienen una FR mayor y un VC menor con una ventilación en litros por minuto claramente inferior. En valores absolutos la ventilación aumenta con la edad. Un niño de seis años puede alcanzar una ventilación máxima de 30 ó 40 l.min<sup>-1</sup>, mientras que un adolescente o un joven adulto puede alcanzar los 120 l.min<sup>-1</sup> o incluso superar los 200 l.min<sup>-1</sup>. Si se expresa

en función del peso corporal, la respuesta ventilatoria máxima es similar en niños, adolescentes y adultos. Sin embargo, la ventilación submáxima por kilo de peso es superior en el niño, es decir, para un consumo de oxígeno determinado los niños ventilarán proporcionalmente más aire que los adultos. Este hecho supone que la reserva ventilatoria del niño es menor que la del adulto, aumentando, por lo tanto, con la edad.

La respuesta ventilatoria del niño a la actividad física es similar a la del adulto, aunque con evidentes diferencias cuantitativas (Tabla 31.3). La frecuencia respiratoria es mayor tanto para actividades submáximas como máximas. Bar-Or señala que para caminar a una velocidad de 5-6 km/h y 8,6% inclinación, un niño de seis años responde con una frecuencia respiratoria de 60 ciclos/min, mientras que un adulto de 25 años ventila a 25 ciclos/min. Sin embargo esta taquipnea del niño no se acompaña de respiraciones profundas, sino que sus respiraciones son superficiales, con lo que su volumen corriente es marcadamente inferior. En resumen, la respuesta ventilatoria del niño a la actividad física comparada con adolescentes y adultos supone un mayor grado de taquipnea y una respiración más superficial.

El equivalente ventilatorio es la relación existente entre la ventilación y el consumo de oxígeno, es decir, los litros de aire que se necesitan ventilar para consumir un litro de oxígeno. Los datos existentes en la bibliografía indican que el equivalente ventilatorio de los niños es superior al de los adultos y que tiende a disminuir con la edad, tanto en actividades máximas como submáximas. Esta menor eficiencia ventilatoria de los niños estaría relacionada con el mayor coste de oxígeno de la respiración.

Tabla 31.3. Respuesta respiratoria al ejercicio del niño comparado con el adulto.

Variable	Respuestas del niño comparado con adulto
Frecuencia respiratoria.	Mayor.
Volumen corriente.	Menor.
Ventilación máx por kg de peso.	Igual.
Ventilación submáx por kg de peso.	Mayor.
Equivalente ventilatorio submáx y máx.	Mayor.
Capacidad de difusión pulmonar.	Menor.
Umbral anaeróbico.	Similar.

## 8. RESPUESTA CARDIOVASCULAR

La función principal del aparato cardiovascular durante la actividad física es suministrar  $O_2$  a los músculos en actividad y facilitar la eliminación de  $CO_2$ . Tiene además otras funciones como el transporte de nutrientes, metabolitos y hormonas o facilitar la pérdida de calor. Todos estos procesos se llevan a cabo mediante unos mecanismos íntimamente relacionados que permiten a nuestro cuerpo estar siempre en equilibrio, bien en reposo o en actividad.

Partiremos de la ecuación de Fick para explicar los cambios que se producen en el sistema cardiovascular durante la actividad física:

$$VO_2 = (FC \times VS) \times (Dif A-V O_2)$$

Donde  $VO_2$  es el consumo de oxígeno, VS el volumen sistólico o de eyección, FC la frecuencia cardiaca y Dif A-V  $O_2$  la diferencia arteriovenosa del oxígeno.

Las diferencias más importantes en la respuesta cardiovascular del niño comparado con el adulto quedan reflejadas en la Tabla 31.4.

**Tabla 31.4.** Respuesta cardiovascular al ejercicio del niño comparado con el adulto.

Variable	Respuestas del niño comparado con adulto
Frecuencia cardiaca trabajo submáximo.	Mayor, especialmente en la primera década.
Frecuencia máxima.	Mayor.
Volumen sistólico.	Menor.
Gasto cardiaco para $VO_2$ determinado.	Algo mayor.
Flujo sanguíneo en el músculo activo.	Mayor.
Tensión arterial sistólica y diastólica.	Menor.

### *Frecuencia cardiaca*

Es el número de veces que se contrae el corazón en la unidad de tiempo. Se expresa en latidos por minuto.

La frecuencia cardiaca aumenta linealmente con la intensidad del ejercicio y sólo en los últimos estadios se puede observar un “aplanamiento”.

Durante el ejercicio físico intenso existe un aumento de la frecuencia cardiaca reduciéndose el tiempo del ciclo cardiaco fundamentalmente en la diástole ventricular. Con una frecuencia de 200 lati-

dos por minuto la reducción de la diástole ventricular es de 100 milisegundos. La eyección ventricular disminuye de forma lineal en función de la frecuencia cardiaca. A 60 latidos por minuto la duración de la fase de eyección ventricular es de 350 milisegundos y a 200 latidos minuto es de 210 milisegundos. Se observa, por lo tanto, que a frecuencias cardiacas elevadas se reduce considerablemente la duración total del ciclo cardiaco, sobre todo del tiempo diastólico.

Para una cantidad de trabajo dada la frecuencia cardiaca aumenta menos en el sujeto entrenado que en el no entrenado. Si ambos trabajan hasta el agotamiento, las frecuencias cardiacas máximas serán aproximadamente las mismas, pero la cantidad de trabajo realizado será mucho mayor en el caso del sujeto entrenado. Independientemente de la potencia del trabajo, frente a valores de frecuencia cardiaca idénticos al término del esfuerzo, el tiempo de retorno a los valores basales de reposo es inferior en el individuo que realiza actividad física.

### *Frecuencia cardiaca máxima y submáxima*

La frecuencia cardiaca se utiliza como índice de la función circulatoria, tanto en reposo como en ejercicio. Es un parámetro muy interesante porque los niños pueden tomarse las pulsaciones y ver cómo se encuentran en distintos momentos (antes de la actividad física, inmediatamente después, esperando varios minutos, en reposo total, etc.).

La frecuencia cardiaca máxima se puede determinar de dos formas distintas, directa o indirectamente. En la directa se realiza un ejercicio máximo de corta duración y se registran las pulsaciones al final. El método indirecto es el más habitual y se hace restando de 220 la edad de la persona en años. Cuando se ha determinado la frecuencia cardiaca máxima, se decide qué porcentaje de la misma es la más adecuada para el niño con el que se está trabajando.

Ejemplo: si el niño tiene ocho años, la frecuencia cardiaca teórica máxima será:

$$FCT_{\text{máx}} = 220 - 8 = 212 \text{ latidos/min}$$

Para trabajar al 60% de su  $FCT_{\text{máx}}$

$$(212 \times 60) / 100 = 127 \text{ latidos/min}$$

La clasificación del ejercicio según el porcentaje de la FC máx:

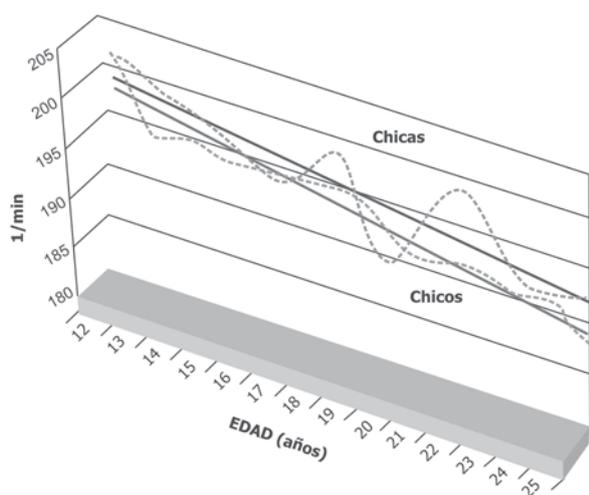
- 40-65%: ejercicio ligero.
- 65%-80%: moderado.
- A partir del 80%: intenso.

En la escuela se recomienda la utilización de ejercicios de tipo ligero y dinámico.

#### Frecuencia cardiaca. Edad y sexo

- Cada persona tiene una FC determinada y ésta variará con la edad. En la infancia es elevada y en la vejez disminuye.
- En el nacimiento la FC es de 140 latidos por minuto y a medida que avanza la edad ésta va disminuyendo, tanto en hombres como en mujeres, alrededor de un latido por año.
- Los valores en condiciones basales son de 60-100 latidos por minuto, las mujeres tienen 5-10 latidos más por minuto.
- La FC máxima (195-210) disminuye después de la pubertad a razón de 0,8 latidos por minuto por año (Figura 31.6).
- La frecuencia cardiaca submáxima disminuye con la edad.
- Durante el ejercicio máximo la frecuencia media culmina a los diez años en 220 latidos por minuto.

En estado de reposo se habla de taquicardia, para ambos sexos, cuando la FC es superior a los 100 latidos por minuto, y de bradicardia cuando la FC es inferior a los 60 latidos por minuto.



**Figura 31.6.** Frecuencia cardiaca máxima directa en chicos y chicas de 12 a 23 años (Casajús, datos propios).

#### Volumen sistólico

Es la cantidad de sangre expulsada por el corazón en cada latido cardiaco. Es mayor cuando se incrementa el retorno venoso, la distensión del ventrículo izquierdo y la fuerza del miocardio. Por el contrario

cuando estos parámetros disminuyen o aumenta la resistencia a la salida de la sangre (tensión arterial elevada), el volumen sistólico disminuye.

El volumen sistólico se ve muy reducido cuando se alcanzan valores de 170 a 200 latidos por minuto, donde el incremento del volumen minuto cardiaco se produce reduciendo el tiempo de llenado o diástole del corazón, disminuyendo también el volumen minuto cardiaco. Sin embargo cuando se trabaja con ejercicios de intensidad submáxima el volumen sistólico se eleva hasta sus valores máximos.

En los niños/as el volumen sistólico es menor debido al menor tamaño de su corazón. En las mujeres presenta las mismas características que las de los varones, con valores inferiores como consecuencia de su menor tamaño del corazón.

#### Presión arterial

La presión arterial se define como la fuerza con la cual la sangre distiende las paredes de los vasos. Cuando se aleja del corazón la presión disminuye y cuando retorna al corazón derecho el valor es de cero, completándose así el ciclo circulatorio.

La presión arterial sistólica (máxima), aumenta de forma lineal a la intensidad del esfuerzo, debido al incremento del gasto cardiaco. El corazón, al aumentar su capacidad contráctil, genera mayor presión en la sístole, que se propaga a todo el árbol circulatorio. La presión arterial diastólica (mínima) sin embargo no cambia en relación a la intensidad del esfuerzo o incluso desciende por debajo de los valores de reposo (unos 80 mmHg). Esto se debe a que la presión mínima representa la postcarga del corazón y es consecuencia de las resistencias periféricas.

Los recién nacidos tienen unos valores aproximados de 80 y 50 mmHg para los valores máximo y mínimo, respectivamente. Alrededor de los seis años los valores son de 100/55 mmHg. Desde la edad adulta hasta la vejez aumentan tanto los valores de presión máxima como mínima; la sistólica alrededor de 1 mmHg/año y la diastólica 0,4 mmHg/año. Ello significa, por ejemplo, que una persona de 65 años puede tener unos valores de presión de 150/90 mmHg. El aumento de los valores de presión arterial con la edad puede deberse a una reducción de la distensibilidad por endurecimiento de las arterias. En una población joven los valores de presión máxima o sistólica son de aproximadamente 120 mmHg y la presión mínima o diastólica es de 80 mmHg.

Los valores de presión en las mujeres son algo menores que en los hombres. Sin embargo, al llegar

a la edad madura (alrededor de los 40 años), los valores de presión en la mujer aumentan, probablemente debido a los cambios hormonales que se producen en estas edades.

La presión arterial varía según la edad. En las niñas la presión arterial aumenta en la pubertad disminuyendo en edades posteriores hasta los 18 años, después el ascenso será constante a medida que avance la edad. En valores absolutos son de unos 10 mmHg menos que el varón.

#### *Flujo en el músculo esquelético*

En el ejercicio se modifica el flujo sanguíneo a nivel de los distintos territorios corporales, con vasoconstricción en los inactivos y vasodilatación en los funcionalmente activos. De esta manera, el mayor flujo de sangre impulsado por el mayor VMC, a mayor presión sanguínea es dirigido predominantemente a los territorios con mayores demandas metabólicas.

Los niños presentan una mayor capilarización por milímetro cuadrado de músculo activo que los adultos y además los factores que determinan la liberación de oxígeno en los territorios en actividad son también más sensibles en los niños que en los adultos. Estas características periféricas podrían compensar de alguna manera el menor gasto cardíaco y el resultado de la ecuación de Fick sería similar al adulto.

## 9. VALORACIÓN FUNCIONAL EN EL NIÑO

Los principios metodológicos en la valoración funcional de los niños son similares a los adultos (validez, objetividad, estandarización, etc.). No obstante, hay que tener presente las características físicas, fisiológicas y psicológicas del niño para obtener una correcta evaluación de su estado físico y una elección adecuada de los ergómetros y protocolos.

Aunque en principio los ergómetros aplicados a los adultos: cinta o tapiz rodante, banco, cicloergómetro (bicicleta ergométrica) y ergómetro de brazos, se pueden emplear en niños, son los tres primeros los más utilizados, quedando el ergómetro de brazos para evaluaciones especiales. Cada uno tiene una serie de ventajas e inconvenientes, como se ha señalado en otros capítulos.

En la cinta rodante la velocidad, la pendiente y el peso del sujeto determinan el trabajo que se realiza. Para Bar-Or es el ergómetro de elección en niños de siete años en adelante. La razón fundamental para este autor es que este ergómetro pone en acción una

gran masa muscular, lo que posibilita alcanzar un gran nivel metabólico y cardiorrespiratorio, difícilmente alcanzable con otros ergómetros en niños. No es infrecuente observar en una prueba sobre cicloergómetro que el niño no puede continuar pedaleando cuando está a 170-180 pulsaciones. La fatiga local a nivel del cuádriceps, escasamente desarrollado en niños, determina la finalización de la prueba sin llegar a alcanzar el máximo rendimiento cardiovascular. El elevado coste económico, inmovilidad y posibles accidentes son sus principales inconvenientes.

En el cicloergómetro el número de revoluciones y/o la resistencia de frenada (freno mecánico/eléctrico) controlan el trabajo impuesto. Se utiliza en muchos laboratorios y consultas médicas porque es más económico que la cinta, más transportable y mucho más seguro. Se valora muy bien el trabajo realizado y el rendimiento mecánico es similar al adulto (24%), siendo muy poco influenciado por la edad, sexo y altura. La fatiga local y la dificultad que tienen algunos niños para mantener una cadencia y concentración adecuada son sus principales inconvenientes. Además hay que tener presente que la altura del sillín, posición del manillar y longitud de la manivela del pedal deben ser las apropiadas para la altura del niño. La longitud óptima de la manivela es, para un niño de seis años, 13 cm, para un niño de ocho a diez años 15 cm y para un adulto de veinte años 20 cm. La altura adecuada para el sillín es cuando la rodilla en extensión está a 15°. Estas características son difíciles de conseguir en los cicloergómetros habituales para adultos que se quieren adaptar a los niños.

Los ergómetros de banco o escalón son los más económicos y sencillos. El trabajo realizado estará en función del peso del niño y de la altura del banco. Su falta de precisión los hace menos aconsejables en el laboratorio, siendo muy útiles cuando se quiere evaluar grandes masas de población.

Existen una gran variedad de protocolos aplicables a los niños. El objetivo de la valoración, comentado anteriormente, y las características particulares de cada niño nos indicarán la elección del más apropiado.

Las características fisiológicas del niño y el carácter preventivo de las pruebas de esfuerzo, particularmente dirigidas al sistema cardiovascular y respiratorio, hacen de los protocolos aeróbicos los más utilizados en niños y jóvenes deportistas.

Para Bar-Or la duración de estos protocolos debería ser superior a seis minutos e inferior a diez, la duración de cada carga dos minutos y la carga inicial

e incrementos posteriores vendría determinada por el peso o superficie corporal del niño.

Para la determinación directa del consumo máximo de oxígeno el protocolo más utilizado es el progresivo continuo. La resistencia (bicicleta y ergómetro de brazos), la velocidad y/o la pendiente (cinta rodante) o la altura y frecuencia de ascensos (banco) se aumentan sin interrupción cada 1-3 minutos hasta que el niño no puede continuar con el ejercicio. Los protocolos con pausas entre las cargas se utilizan cuando se quiere valorar determinados parámetros, como el ácido láctico.

La cinta rodante, Bar-Or propone el test de Bruce, que ha demostrado una alta reproductibilidad en niños de cuatro a dieciocho años. La duración de los escalones (3 min) puede prolongar demasiado el test. Otro protocolo es el de Balke modificado, como aparece en la Tabla 31.5, en función de la capacidad funcional del niño.

Para el cicloergómetro se podría aplicar el siguiente protocolo según la altura del niño (Tabla 31.6).

**Tabla 31.5.** Protocolo de Balke modificado en función del nivel de condición física.

Nivel de condición	Vel. (km/h)	Pendiente inicial (%)	Incremento de pendiente (%)	Duración de la carga (min)
Baja.	5,0	6	2	2
Sedentario.	5,4	6	2	2
Activo.	8,3	0	2,5	2
Deportista.	8,7	0	2,5	2

**Tabla 31.6.** Protocolo máximo progresivo continuo para cicloergómetro según la altura del niño.

Altura (cm)	Carga inicial (w)	Incremento carga (w)	Duración carga (min)
< 119,9	12,5	12,5	2
120-139,9	12,5	25	2
140-159,9	25	25	2
> 160	25	±25 σ50	2

Entre los numerosos tests que utilizan el banco tenemos el Test del Banco de Astrand. Se necesita un banco de 33 ó 40 cm (niña-niño). El test tiene una duración de cinco minutos con una cadencia de 23,5 ascensos por minuto. Al finalizar la prueba se toma inmediatamente la frecuencia cardiaca y la tensión

arterial. La frecuencia cardiaca y el peso del niño nos permite calcular el VO<sub>2</sub> máx a través del nomograma de Astrand.

Bar-Or propone para niños de seis a doce años el test submáximo progresivo intermitente de Hanne (Tabla 31.7). Se necesita un banco de 30 cm y un metrónomo para marcar el ritmo. Se realizan tres cargas de 5 minutos de duración con una recuperación de 5 a 10 minutos.

**Tabla 31.7.** Test del escalón de Hanne.

	Altura del escalón (cm)	Frecuencia (ascensos/min)	Duración (min)	Potencia aproximada (w/kg)
1	30	15	5	1,0
2	30	22,5	5	1,5
3	30	30	5	2,0

Otro test fácil de aplicar en adolescentes es el Canadian Home Fitness Test. Se trata de un banco doble de 20,3 cm con una cadencia de 19 ascensos/minuto. Se toma la frecuencia cardiaca durante la recuperación. Este test incluye una cinta reproductora con las instrucciones y la cadencia requerida.

## 10.CONDICIÓN FÍSICA

La habilidad motora y el rendimiento físico tienden a mejorar hasta los diecisiete años, aunque las chicas suelen alcanzar una meseta en la pubertad. Este incremento del rendimiento físico se debe principalmente al desarrollo de los sistemas neuromuscular y endocrino y posiblemente también a un incremento de la actividad física (Figura 31.7).

La meseta e incluso disminución del rendimiento que se observa en las chicas al llegar a la pubertad es debido a tres factores. Primero, incremento de estrógenos que aumenta la masa grasa. Segundo, disminución de la masa muscular, y tercero, al llegar a la pubertad las chicas adoptan un estilo de vida más sedentario.

La actividad física afecta la salud de niños y adolescentes de dos formas. En primer lugar, modificando el estatus actual de salud, disminuyendo la morbilidad en esta etapa a través de una mejor condición física, reducción de peso grasa, reduciendo el estrés psicosocial o mejorando el sistema inmune. En segundo, lugar reduciendo el riesgo de patologías crónicas en la edad adulta.

Hay tres aspectos básicos que debemos tener en cuenta en esta etapa de la vida relacionados con la práctica de ejercicio físico: condición aeróbica, adiposidad y obesidad y riesgo de lesiones. Los dos primeros están claramente relacionados con un incremento de la calidad de vida actual y futura. El riesgo de lesiones, cuando la dirección y práctica es apropiada, es mínimo. Debemos remarcar la importancia, desde el punto de vista de la salud, que tiene que los niños y adolescentes sean activos. A pesar de esta importante relación la práctica de ejercicio físico disminuye cada vez más.

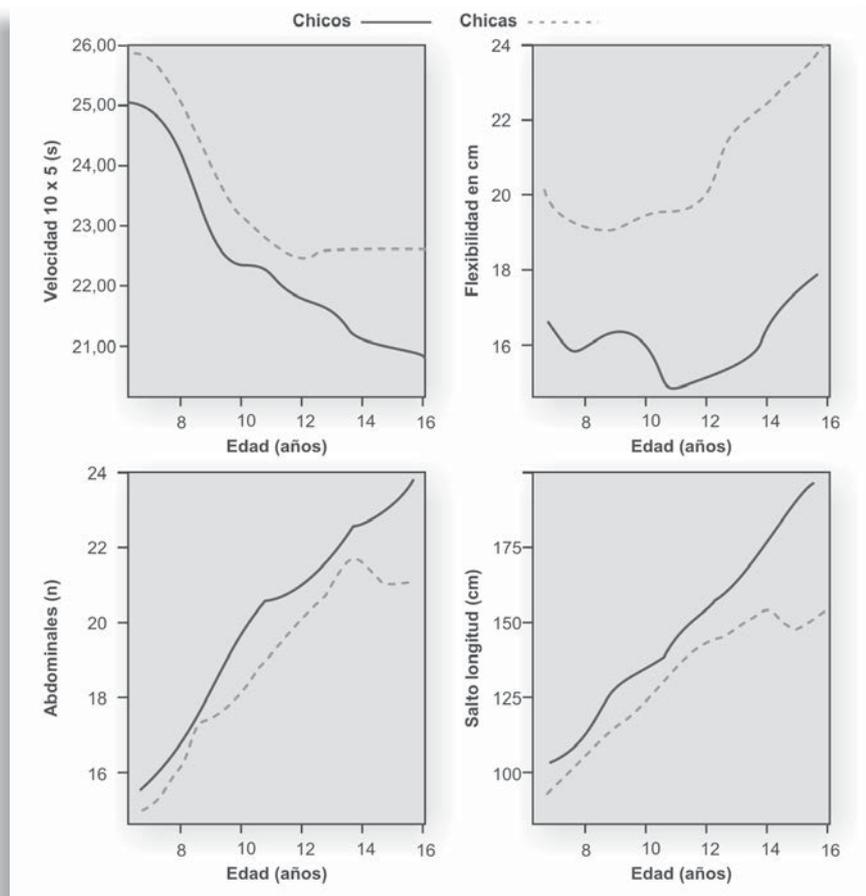
Como señala Bar-Or, la escuela es el lugar común de todos los niños. Independientemente de su nivel social u otras variables socioeconómicas todos pasan una serie de años en los colegios. La importancia de la actividad física en los colegios está siendo infravalorada por los organismos que diseñan los currículos escolares. La práctica habitual de la mayor parte de los países europeos es que los escolares dedican dos o tres horas máximo a las clases de educación física, sin ninguna propuesta curricular extraescolar (Figura 31.8). En un porcentaje muy elevado de escolares, es

la única forma de actividad física, lo que explica de alguna forma la situación en la que estamos, y lo que es más preocupante, hacia dónde nos dirigimos.

El incremento de sobrepeso en los escolares ha sido espectacular en los últimos años. En los últimos veinte años se ha duplicado la tasa de sobrepeso en los escolares. Sirva como ejemplo la evolución de los escolares aragoneses (Figura 31.9).

Por otro lado observamos que la condición física de los escolares disminuye de forma imparable, con lo que desaprovechamos dos de los elementos más saludables que tiene la práctica de ejercicio físico en estas edades. En la Figura 31.10 se observa la evolución del rendimiento físico en escolares desde el año 1975 al 2000. En algunas variables existe una disminución de rendimiento del 24%; si no somos capaces de modificar esta tendencia, la morbilidad-mortalidad por enfermedades relacionadas con el sedentarismo se incrementará de una forma espectacular.

La ausencia de actividad física en el niño provocará aumento de tejido graso, disminución de tejido muscular y desmineralización, con una repercusión sobre su salud actual y futura.



(Continúa)

(Continuación)

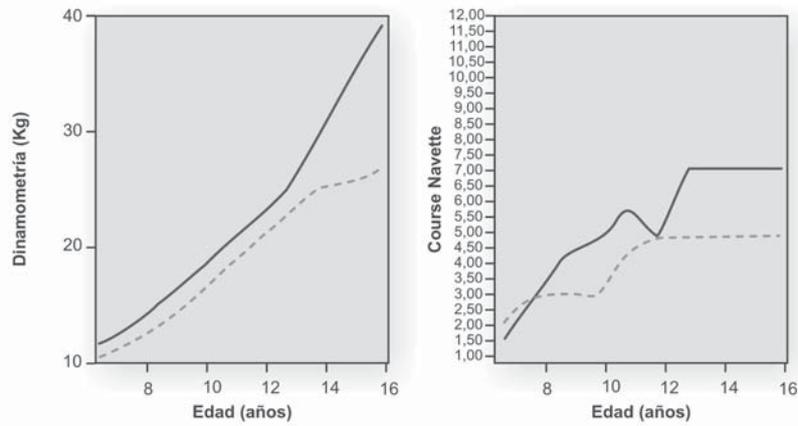


Figura 31.7. Cambios en rendimiento físico desde los 7 a los 16 años en chicos y chicas.

País	Año escolar														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Austria	100		150		200		150-		150		150-		200		100
Bélgica			100						100-						
Rep. Checa							90								
Dinamarca		90			135					90					
Estonia			90							90-					
Finlandia	90			135				90						45	
Alemania	variación según los Lan.														
Grecia	no regulado														
Italia								60							120
Letonia	80						80-		120						
Lituania	105		135						90						
Luxemburgo				150						100				50	
Malta				150						200		90			
Holanda	no son obligatorias														
Polonia		135							200				90		
Portugal		100								150					
Rep. Eslovaca		135						90							135
Eslovenia			145						90						145
España						200									120
Suiza						100									variaciones locales

Figura 31.8. Minutos por semana dedicados a las clases de educación física o deportes en diferentes países de la Unión Europea (adaptado de Brettschneider y Naul, 2004).

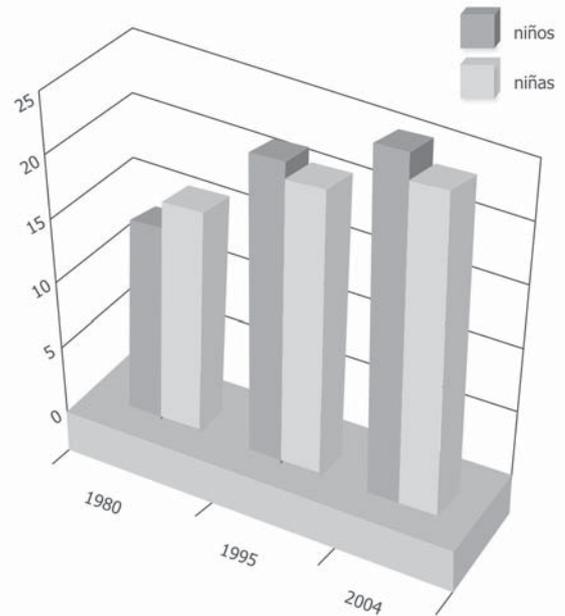


Figura 31.9. Evolución del sobrepeso en escolares aragoneses.

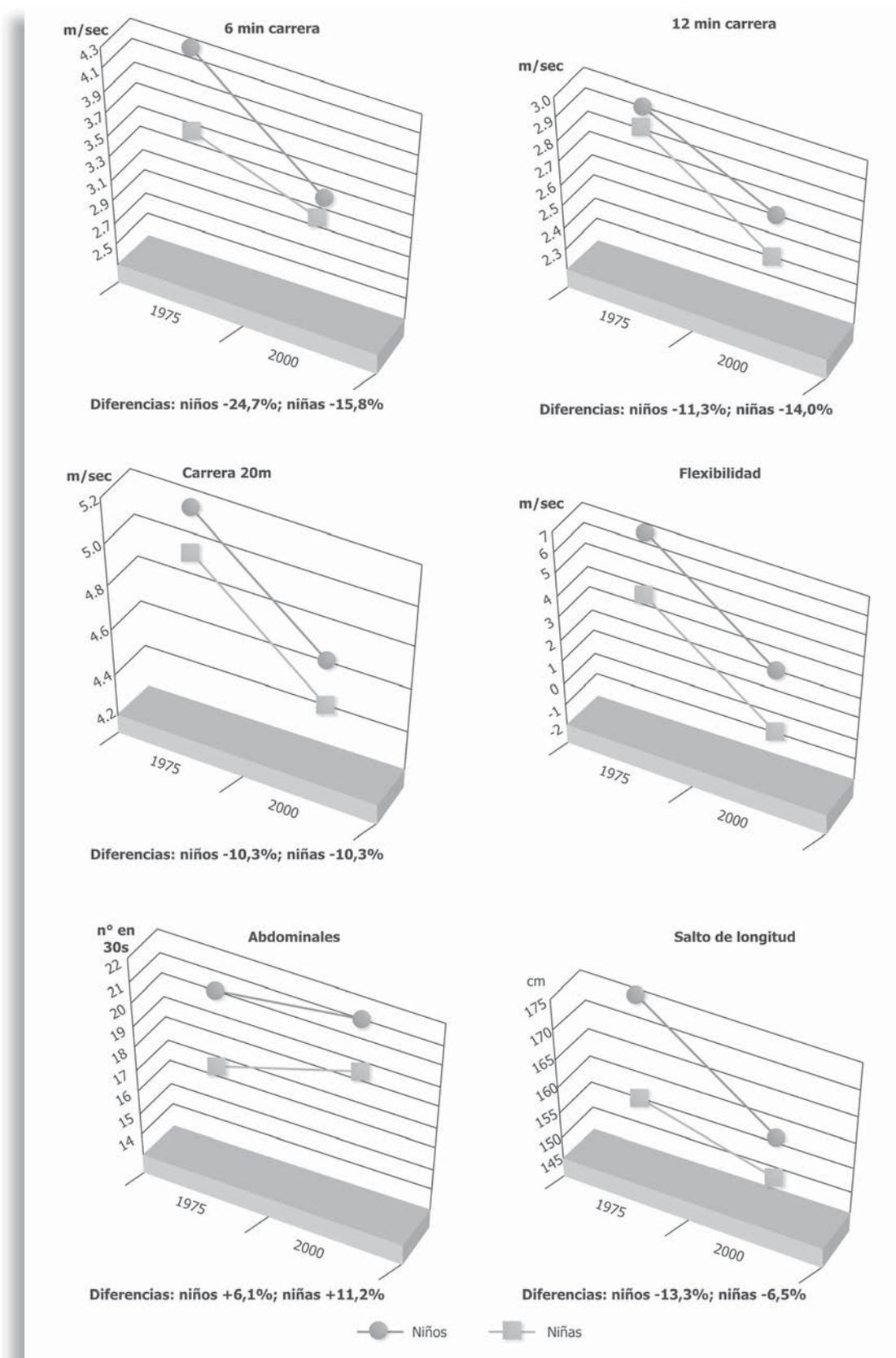


Figura 31.10. Evolución del rendimiento físico en escolares (adaptado de Brettschneider y Naul, 2004).

# Ejercicio físico y envejecimiento

Juan Francisco Marcos Becerro

## OBJETIVOS

- Llamar la atención sobre los problemas que el envejecimiento de la población origina, tanto en quienes lo sufren como en sus familiares y en los organismos encargados de aportar los medios para su resolución.
- Explicar los mecanismos por los que el ejercicio ejerce sus efectos beneficiosos, tanto en lo que se refiere a las causas que lo originan como a sus efectos, considerando como tales a las alteraciones causadas por la propia involución y a las enfermedades que la acompañan, o lo que es igual, a las comorbilidades.
- Hacer hincapié sobre los efectos añadidos de la discapacidad a los inconvenientes propios del envejecimiento, no sólo en el aspecto personal, sino en el colectivo.
- Definir los tipos de ejercicio más convenientes para obtener los resultados apetecidos y explicar la forma de realizarlos, con el fin de causar los menores daños posibles a quienes lo practican.

## 1. INTRODUCCIÓN

El envejecimiento es un proceso que afecta a todos los seres vivos de nuestro planeta. Aunque las causas que lo producen distan mucho de haber sido esclarecidas, ya que existen más de 300 teorías que tratan de explicarlo, sin embargo, solamente unas pocas tienen el respaldo de los investigadores.

En general, se considera que sobre el envejecimiento influyen dos tipos de factores: los genéticos y los ambientales. La influencia de los primeros oscila entre el 25 y el 30% y la de los segundos entre el 70 y el 75%.

En cuanto a los factores ambientales propiamente dichos, el estilo de vida desarrollado a lo largo de los años por el individuo es determinante, no sólo para la duración del tiempo de supervivencia (longevidad), sino también para la forma en que se envejece a través de la presencia o ausencia de las enfermedades. Realizar una alimentación equilibrada en calorías y nutrientes y hacer ejercicio aumentan la longevidad y disminuyen muchas de las graves afecciones que acompañan al envejecimiento.

En todas las naciones industrializadas el excesivo envejecimiento de la población origina enormes gastos sanitarios y graves problemas de salud. En España se han publicado varios trabajos estadísticos sobre

el envejecimiento (Castro, 2000; Sancho Castiello *et al.*, 2002). En la actualidad, de acuerdo con los datos anunciados en el año 2003, habitan en nuestro país 7.276.620 ciudadanos de 65 y más años. Pero, según las previsiones, en el año 2050 este número aumentará hasta los 16.394.839, lo que representará el 30,8% de la población. En este momento viven en España 1.756.844 personas de 80 años, y 5.000 centenarios, pero en el 2050 los primeros llegarán a los 6 millones y los segundos a 56.000.

Aunque las cifras expuestas pueden impresionar grandemente al lector, sin embargo, cuando a ellas se les añade las originadas por la discapacidad, el impacto es todavía mayor. La discapacidad no es otra cosa que la pérdida o anomalía de una función del organismo para realizar las actividades corrientes de la vida. En España, según los datos publicados por el INE en 1999, vivían 2.072.652 personas mayores de 65 años afectadas por algún tipo de discapacidad, total o parcial. De hecho, el 32% de quienes han superado los 65 años sufren esta anomalía.

En la aparición de la discapacidad se hallan involucrados diversos órganos o sistemas, pero los que más la producen son el sistema osteo-muscular y el nervioso, que en su conjunto suman el 17,9% de todos ellos. El tabaco, la falta de actividad física y el sobrepeso o la obesidad, son factores que predisponen a padecerla.

De acuerdo con los criterios expuestos por la Organización Mundial de la Salud, la inactividad física constituye uno de los factores más importantes implicados en el deterioro de la salud (Eriksen, 2001). Según Colditz, la falta de actividad física origina un gasto en los EEUU de 24,3 billones de dólares al año. El 22% de los gastos causados por la enfermedad coronaria, el 22% de los producidos por el cáncer de colon y el 5% de los originados por el cáncer de mama son imputados al sedentarismo (Colditz, 1999).

En opinión de los economistas, el grado de salud de las personas mayores es lo que define la cuantía monetaria del presupuesto a invertir por los gobiernos en su cuidado. Cuanto más deteriorada se halla la salud, más elevado es el gasto para mejorarla. En nuestro país, el 77,4% del gasto en medicamentos lo producen los jubilados, lo que representa 2.787 millones de euros (Castro, 2000).

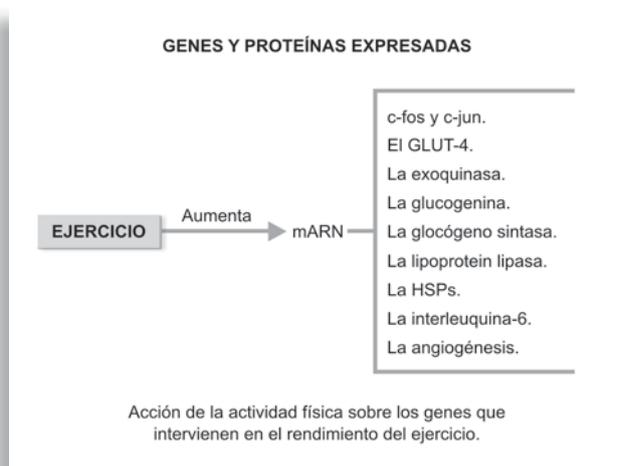
Dada la escasa cantidad de personas mayores que realizan ejercicio, a pesar de los enormes beneficios que el mismo produce, de Jong y Franklin (2004) instan a los organismos oficiales a que recomienden insistentemente los programas de actividad física para este grupo de personas, ya que con su realización se pueden disminuir los sufrimientos originados por las comorbilidades asociadas al envejecimiento y aminorar los enormes costes originados por el tratamiento de las mismas (Marcos Becerro y González Gallego, 2004).

## 2. ACCIÓN DEL EJERCICIO SOBRE LOS FACTORES CAUSANTES DEL ENVEJECIMIENTO

El ejercicio ejerce una gran influencia sobre las causas que lo originan y sobre las afecciones que lo acompañan. Entre las primeras, los genes, o las proteínas expresadas por ellos, las especies oxígeno reactivas, la función de las mitocondrias, las proteínas del estrés y la degradación de las proteínas alteradas, son los mejor conocidos e investigados (García-López *et al.*, 2007).

Desgraciadamente no existen trabajos en los que se estudie la acción del ejercicio sobre los genes de la longevidad. Sin embargo, sí son abundantes los que indagan sobre la manera en que la actividad física influye en los genes que regulan los procesos metabólicos implicados en el envejecimiento y sus comor-

bilidades. El ejercicio aumenta en el músculo esquelético los niveles del ARN mensajero de algunos de estos genes, lo que significa facilitar la producción de proteínas que actúan favorablemente sobre el envejecimiento (Pilegaard *et al.*, 2000).



**Figura 32.1.** Acción de la actividad física sobre los genes que intervienen en el rendimiento del ejercicio físico.

Es un hecho bien conocido que las especies oxígeno reactivas (EOR) desempeñan una importante función en el envejecimiento de las mitocondrias, pero especialmente de las musculares y de las cardíacas. El ejercicio aerobio de intensidad moderada se opone a estos efectos al aumentar la capacidad antioxidante total y la actividad de la enzima antioxidante glutatión peroxidasa. No obstante, el cese del esfuerzo físico revierte los efectos conseguidos con el entrenamiento (Fatouros *et al.*, 2004).

En los mayores, la actividad física regular, además de conservar las defensas antioxidantes, hace lo mismo con la función endotelial de los vasos sanguíneos (Franzoni *et al.*, 2005).

El corazón como músculo, también se beneficia de los aumentos causados por el entrenamiento aerobio sobre los antioxidantes endógenos.

Al igual que el ejercicio aerobio, el entrenamiento de fuerza regular disminuye en los hombres mayores el estrés oxidativo sobre el ADN mitocondrial, y aumenta la actividad de la enzima citocromo oxidasa (Parise *et al.*, 2005).

Incluso el EF unilateral (en una pierna) es efectivo para incrementar la capacidad antioxidante celular del sistema musculoesquelético en los mayores, ya que eleva los niveles de las enzimas antioxidantes: catalasa (CAT) y superóxido dismutasa CuZn (CuZn-SOD).

Como su nombre indica, las proteínas del shock por el calor (HSPs), también denominadas proteínas del estrés, son unas proteínas sintetizadas por las células en respuesta a los diferentes tipos de estrés conocidos. El envejecimiento se acompaña de la disminución de la síntesis de las HSP, por lo que su aumento influiría en la longevidad y en la prevención de las enfermedades que acompañan a la involución.

La literatura médica es rica en publicaciones en las que se demuestra que, tanto el ejercicio agudo como el crónico (Fehrenbach, 2001) son capaces de inducir la síntesis de numerosas familias de las HSP en varias células y tejidos (leucocitos, esplenocitos, músculo, corazón, adrenales, etc.), tanto en los animales como en las personas, y realizar algún tipo de protección sobre ellos. El efecto protector lo ejercen fundamentalmente los miembros de la familia HSP70 y en especial la HSP72, no obstante, las HSP27 y HSP90 también poseen esta propiedad.

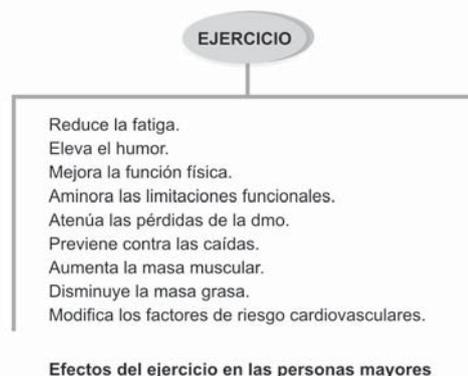
El proteasoma es un gran complejo proteico encargado de realizar la degradación de las proteínas (proteólisis) dañadas por la acción de los radicales libres o de otros agentes.

Desgraciadamente, en el momento actual existen muy pocos trabajos publicados sobre este tema, a pesar de ser bien conocidos los excelentes efectos que la actividad física produce en la atrofia muscular asociada al envejecimiento, en la que la acción del proteasoma desempeña un importante cometido en su prevención (Bardag-Gorce, 1999).

Solamente se ha publicado un trabajo relacionado con la acción del ejercicio y la actividad del proteasoma en el músculo de los animales. Radak y sus colaboradores (1999) dicen haber observado en las ratas de todas las edades que la natación aumenta la actividad del proteasoma en sus músculos.

### 3. ACCIÓN DEL EJERCICIO SOBRE LOS ÓRGANOS Y SISTEMAS ENVEJECIDOS

En los mayores, la actividad física produce una enorme cantidad de beneficios para su salud (Penedo *et al.*, 2004). Aunque todo el organismo se aprovecha de la práctica del ejercicio, sin embargo, dada la influencia que los sistemas nervioso y osteomuscular ejercen en la aparición de la discapacidad y en el deterioro de la calidad de la vida de los mayores, es posible que la actividad física produzca los mejores efectos sobre ellos (Marcos Becerro, 2008).



**Figura 32.2.** Efectos del ejercicio físico en las personas mayores.

#### 3.1. El ejercicio y el sistema nervioso

El SN produce una serie de moléculas denominadas neurotrofinas o factores neurotróficos capacitadas para aumentar la plasticidad de las neuronas, además de mantener su función a lo largo del tiempo. Un hecho interesante es saber que el ejercicio estimula la formación de las mismas (Cotman, 2002). Uno de estos factores es el factor neurotrófico cerebral (FNC), el cual se produce en el cerebro, especialmente en el hipocampo y en la corteza cerebral. Entre sus funciones destacan las de ejercer una gran influencia en la transmisión sináptica (zona de contacto entre dos neuronas) de las neuronas del hipocampo adulto, y la de protegerlas de las acciones deletéreas.

Se sospecha que los estrógenos (hormonas femeninas), junto al FNC, desempeñan un importante cometido en la supervivencia de las neuronas, así como en la formación de nuevas sinapsis. En las mujeres, la interacción de los estrógenos con la actividad física y el aumento del FNC en el hipocampo, pueden favorecer la salud cerebral, la plasticidad neuronal y el bienestar general (Berchtold, 2001).

También se ha demostrado la existencia de una cierta relación entre el ejercicio, el factor de crecimiento similar a la insulina (IGF-1) y el FNC. La acumulación en las neuronas del cerebro del IGF-1 consecutiva a la actividad física, o el aportado por inyección, induce la expresión del FNC cerebral en el hipocampo (Carro *et al.*, 2000).

En los animales, el entrenamiento aerobio aumenta el suministro de capilares vasculares a la corteza cerebral, el número de conexiones sinápticas y el desarrollo de nuevas neuronas, lo que mejora su eficiencia funcional (Colombe *et al.*, 2004). En los ratones vie-

jos, el ejercicio (correr) revierte el declive de la formación de las neuronas (neurogénesis) del hipocampo, a la vez que aumenta la capacidad de aprendizaje. Por otra parte, la maduración de las nuevas neuronas no se ve afectada por el envejecimiento en los animales que hacen ejercicio (van Praga *et al.*, 2005). Todo ello está relacionado con el FNC.

Mientras que en las personas la depresión grave se acompaña de bajos niveles del FNC en el suero (Karengé *et al.*, 2002), el ejercicio disminuye sus síntomas, al estimular la secreción del FNC (Duman, 2005). Del mismo modo, el ejercicio mejora la memoria en la enfermedad de Alzheimer (Kiraly y Kiraly, 2005).

Como quiera que el sistema nervioso central (SNC) disminuye su capacidad plástica en el transcurso de los años, el ejercicio, al incitar la secreción del FNC, puede ser una gran actuación del estilo de vida para promover la rehabilitación conductual y contrarrestar los efectos deletéreos del envejecimiento, tanto en los normales como en quienes han padecido algún tipo de lesión cerebral o espinal (Vaynman y Gómez-Pinilla, 2005; Colcombe *et al.*, 2004).

### 3.2. El ejercicio y el sistema osteomuscular

Las alteraciones del sistema osteomuscular originadas por la involución son un factor de primerísima importancia en los problemas que padecen las personas mayores. Aunque todos los componentes de este sistema se hallan afectados por el envejecimiento, sin embargo, el músculo y el hueso son los que más importancia poseen a la hora de producir la discapacidad (Garatachea, 2006a).

El ejercicio, tanto el de resistencia como el de fuerza, es muy útil para prevenir los problemas acarreados por el envejecimiento, aunque difieren en la forma de hacerlo. Con el primero, el músculo esquelético aumenta el número y el volumen de las mitocondrias, e incrementa igualmente la cantidad y la actividad de las enzimas contenidas en las mismas, a la vez que eleva el número de capilares por fibra (Harris, 2005).

El segundo dirige sus actividades de manera preferente a producir la hipertrofia de los órganos que integran el sistema osteomuscular y mejorar su función.

La sarcopenia o atrofia de la masa muscular es una condición multifactorial que, al reducir la capacidad para generar fuerza, disminuye la habilidad para llevar a cabo las actividades corrientes de la vida y predispone a la discapacidad (Close *et al.*, 2005).

Al mismo tiempo, la sarcopenia influye de forma importante en la morbilidad, disminuye la calidad de vida y aumenta los costes de la salud en los mayores. Los efectos más significativos de la sarcopenia consisten en la disminución del metabolismo basal, a consecuencia de la pérdida de la masa magra y de la aminoración de la actividad física. Todo ello conduce al incremento de la masa grasa, al aumento de la resistencia a la insulina, a la dislipidemia, a la diabetes del tipo 2 y a la hipertensión (Karakelides *et al.*, 2005).

Los fármacos, la dieta y el ejercicio constituyen los fundamentos de su prevención y tratamiento (Volpi *et al.*, 2004). Aunque cualquier tipo de ejercicio puede ser eficaz para aumentar la masa muscular, sin embargo, el EF es el mejor procedimiento para combatir la sarcopenia en los mayores (Borst, 2004).

En este grupo de personas el EF aumenta la masa muscular y la fuerza, así como la calidad del músculo. También aumenta la potencia, eleva el gasto de energía y mejora la composición corporal (Hunter *et al.*, 2004).

La aplicación crónica de cargas al músculo origina su hipertrofia. En el proceso de hipertrofia muscular intervienen dos tipos de mecanismos: el miogénico (formador de músculo), en el que intervienen los mioblastos o células satélites (CS), y el metabólico, representado por la síntesis de las proteínas contráctiles. Los mioblastos son células indiferenciadas, pluripotenciales, con gran capacidad para sufrir la división celular. Entre sus funciones destacan la capacidad para proliferar, la de fusionarse entre sí para formar los miotubos o células sincitiales multinucleadas, y la de diferenciarse, para dar lugar a los miocitos. En los miotubos comienza la organización del sistema contráctil a través de la síntesis de los filamentos de actina y miosina, de la organización del sistema tubular y de la formación de una membrana basal, lo que termina dando lugar a la fibra muscular adulta.

Las cargas impuestas a los músculos a través del EF activan las CS, por lo que éstas inician su proliferación y diferenciación (Kadi *et al.*, 2005). En los mayores, el entrenamiento contrarresta la disminución del número de las CS causada por el envejecimiento (Kadi *et al.*, 2005).

Entre los agentes que estimulan a las CS se encuentran la insulina, la leptina y los factores de crecimiento similares a la insulina (IGF). Una de las consecuencias más importantes de la aplicación de las cargas al músculo esquelético es la expresión (síntesis) de los IGF-I en las miocélulas.

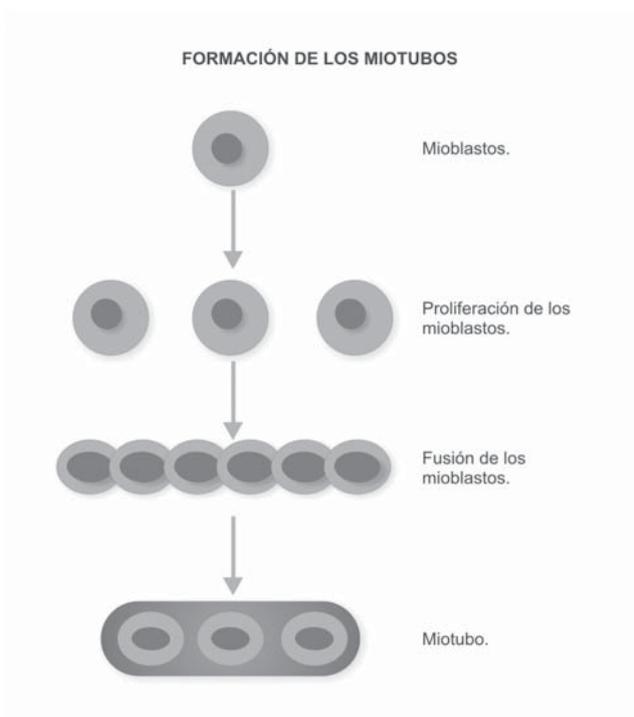


Figura 32.3. Formación de los miotubos.

En el músculo esquelético se expresan dos clases diferentes de IGF-I derivadas del mismo gen: El MGF, o factor de crecimiento mecánico y el (IGF-IEa). Tras el EF, el gen del IGF-I produce MGF encargado de producir la hipertrofia a través de la activación de las CS y de la síntesis de las proteínas contráctiles. Los músculos envejecidos regulan mal la formación del MGF en respuesta al ejercicio, pero el EF favorece su expresión y facilita la lucha contra la sarcopenia (Goldspink y Harridge, 2004).

De igual forma que sucede con los elementos contráctiles del músculo, el EF aumenta el grosor y la fuerza de los ligamentos y tendones. Estas modificaciones revierten, al menos parcialmente, los efectos originados por el envejecimiento (Maganaris *et al.*, 2004).

El ejercicio realizado durante la adolescencia y especialmente en el periodo prepuberal forma un hueso con una elevada densidad mineral ósea (DMO) y posiblemente con una estructura esquelética diferente y más resistente a los traumatismos. Su mantenimiento a lo largo de los años puede evitar un problema tan importante para los mayores, como son las fracturas óseas (Karlsson, 2004).

De todos los ejercicios conocidos, los que mejores efectos poseen sobre la DMO son los que soportan el peso del cuerpo (andar y correr) y los de fuerza (Marcos Becerro, 2000).

Andar y trotar poseen menor efectividad que el EF para mejorar la DMO de las vértebras, ya que la presión ejercida sobre la columna lumbar durante el paseo es únicamente la ejercida por el peso del cuerpo, al trotar se duplica y con el EF es entre cinco y seis veces mayor.

El ejercicio en los mayores, sea en forma de paseo, trote, carrera o ejercicios de fuerza, además de ayudar a conservar la DMO y disminuir la pérdida de hueso, tiende a mantener la posición correcta de la postura, controla el dolor osteoarticular y previene contra las caídas. En los hombres mayores que practican la carrera pedestre, incluidos los que ya cumplieron los 80 años, la DMO de la columna y de la cadera se mantiene bien entre cuatro y cinco años (Wiswell *et al.*, 2002).

En las mujeres de cualquier edad, el ejercicio de intensidad entre baja y moderada aumenta la DMO. Después de la menopausia es efectivo para prevenir la osteoporosis y las fracturas de la cadera; y cuanto más intensa es la carga del peso levantado, mayor es la DMO del trocánter del fémur (Cussler *et al.*, 2003).

En la lumbalgia crónica (dolor en la región lumbar), los trabajos más relevantes están de acuerdo en que el ejercicio y la fisioterapia producen efectos similares, y que el entrenamiento de fuerza es el más efectivo. La osteoartrosis es una enfermedad degenerativa crónica articular caracterizada por la pérdida progresiva del cartílago. En las personas mayores con artrosis de rodilla el EF es más eficiente que el aerobio en la mejoría de la función física, aunque la diferencia entre ambos es pequeña (Sevick, 2000).

### 3.3. El ejercicio y el sistema cardiovascular

El deterioro de la función cardiovascular en los mayores es la consecuencia de alteraciones estructurales y funcionales del corazón y de los vasos, lo que conduce a un defecto del llenado del ventrículo izquierdo (VI), al aumento de la postcarga y a la disminución de las respuestas a las catecolaminas. El ejercicio de resistencia produce adaptaciones cardiacas consistentes en aumentar el gasto cardiaco máximo, el volumen sistólico (VS), el llenado diastólico, e incrementar el volumen del VI a expensas de la sobrecarga. A consecuencia de ello mejora la  $VO_2$  máx (Schulman *et al.*, 1996).

Aunque en épocas pasadas se consideraba que la intolerancia al ejercicio de quienes padecían insuficiencia cardiaca crónica (ICC), o la de los ancianos, era debida, casi en su totalidad, a la disfunción del VI, sin embargo, desde hace algunos años se ha demos-

trado que las limitaciones de estos enfermos para realizar actividad física se deben principalmente a las alteraciones periféricas, como la disfunción del músculo esquelético, las anomalías ventilatorias y la disfunción del endotelio vascular. Todas ellas se mejoran con el ejercicio (Gielen *et al.*, 2005).

El ejercicio disminuye la presión sistólica en los mayores hipertensos (Kelley y Kelley, 2001), reduce el riesgo coronario (Talbot *et al.*, 2002), les protege contra el infarto de miocardio (Abete *et al.*, 2001) y aminora el riesgo a padecer la trombosis vascular (Verissimo, 2001).

El entrenamiento aerobio combinado con el de fuerza, mejoran la sintomatología clínica y la calidad de vida, sin mostrar efectos adversos. La adherencia al programa alcanza en algunos casos hasta el 90% (Oka *et al.*, 2000).

### 3.4. El ejercicio y el riesgo a padecer cáncer

Hasta el año 2003 se han publicado más de 100 trabajos epidemiológicos sobre la acción de la actividad física en la prevención del cáncer (Lee, 2003). Los mejores efectos se han descrito en los cánceres de colon (Chao *et al.*, 2003), mama, endometrio y ovario, aunque en los dos últimos el programa debe prolongarse durante más tiempo (Willer, 2003).

ren haberlos encontrado en los de recto (Chao *et al.*, 2003), pulmón (Mao *et al.*, 2003) y riñón (Mahabir *et al.*, 2004).

En lo que sí coinciden las opiniones es en que, en las personas que sobreviven a un tumor maligno tras el tratamiento habitual, y que padecen numerosos e importantes problemas originados por la acción de la radioterapia y los fármacos antitumorales, el ejercicio es de gran utilidad para combatirlos (Courneya, 2003).

### 3.5. El ejercicio y las alteraciones del metabolismo

La actividad física entre moderada y vigorosa disminuye un 23% todas las causas de mortalidad, con independencia de los cambios producidos en el índice de masa corporal (IMC).

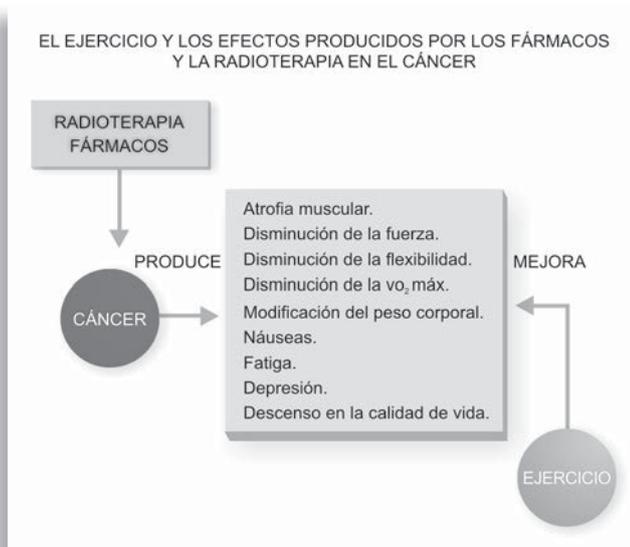
En las personas que han superado los 55 años, el entrenamiento aerobio disminuye la masa grasa, pero no aumenta la magra, en tanto que el EF aminora la masa grasa en grado similar a como lo hace el aerobio (1,7 en el primero y 1,9 en el segundo), y además aumenta la masa magra entre 1,1 y 2 kg (Toth *et al.*, 1991).

La resistencia a la insulina es una alteración metabólica progresiva asociada al sedentarismo, y al envejecimiento. El ejercicio es efectivo en su prevención (Hawley y Houmard, 2004). El EF añadido a un programa de ejercicio aerobio ya existente, mejora la sensibilidad a la insulina y previene contra la diabetes del tipo 2 (Ferrara *et al.*, 2004).

### 3.6. El ejercicio y el sistema endocrino

La actividad física es capaz de estimular la secreción de algunas de las hormonas producidas por el sistema endocrino. En los hombres mayores, el ejercicio regular intensivo se asocia a elevados niveles de la hormona de crecimiento (HCr), del IGF-I, de la dehidroepiandrosterona (DEA) y de la testosterona, por lo que la actividad física puede desempeñar una función correctora en el declive de estas hormonas producido por el envejecimiento y mejorar el bienestar general de los ancianos (Tissandier, 2001).

Dado que la respuesta de la HCr al ejercicio se ve disminuida por la obesidad, para estimular su secreción en los obesos se necesita utilizar ejercicios de gran intensidad (Weltman, 2001).



**Figura 32.4.** El ejercicio físico y los efectos producidos por los fármacos y la radioterapia en el cáncer.

En otros cánceres, los beneficios del ejercicio son muy dudosos, aunque no faltan autores que asegu-

### 3.7. El ejercicio y sistema inmunitario

Muchos de los autores que han publicado trabajos sobre el ejercicio y el sistema inmunitario (SI) de los mayores, dicen haber observado resultados compatibles con la disminución de la inmunosenescencia (De la Fuente *et al.*, 2005). Parece que los programas de actividad física más eficaces son los de larga duración. Aunque el ejercicio aerobio es el más utilizado, sin embargo el EF adaptado a la edad confiere una mejoría al SI, la cual persiste bastante tiempo después de finalizado el mismo (Marcos Becerro y De la Fuente, 2000).

Las mejorías observadas de la acción del ejercicio sobre el SI se relacionan con el título de anticuerpos, con la función de las células T, con la respuesta de los macrófagos, con las alteraciones en el equilibrio de las citoquinas T (H) 1/T (H) 2 y con el nivel de las citoquinas proinflamatorias (Jiménez *et al.*, 2008; Kohut y Senchina, 2004). Sin embargo, no parece que el ejercicio ejerza alguna actividad sobre las células asesinas naturales (NK) (Di Penta *et al.*, 2004).

## 4. TIPOS DE EJERCICIOS RECOMENDADOS PARA PERSONAS MAYORES

### 4.1. Ejercicios para mejorar la forma cardiorrespiratoria

Los trabajos epidemiológicos transversales o longitudinales que incluyen miles de personas mayores de 65 años, muestran la existencia de una relación entre la actividad física (AF) y la función física, y la realización de una vida independiente. La práctica de AF regular y la discapacidad se correlacionan de forma inversa, de manera que las personas que realizan más actividad se hallan menos discapacitadas a lo largo de la vida. El paseo, la jardinería y el ejercicio vigoroso producen buenos beneficios para mantener la vida independiente. Al contrario, los bajos niveles de AF se relacionan intensamente con la discapacidad física. La AF parece proteger contra las alteraciones de la movilidad consecutiva a la discapacidad. Incluso las personas mayores afectadas por enfermedades crónicas, que gastan mayores cantidades de energía en la realización de la AF, son las que tienen mayor probabilidad de poseer una función física óptima (Young, 1995).

El tipo, la intensidad y la duración del ejercicio necesarios para producir los beneficios deseados en

la salud de los mayores, difieren de los que se realizan para mejorar la forma física (González Boto *et al.*, 2005). El mejor ejercicio para mejorar la forma cardiorrespiratoria es, sin duda alguna, el aerobio realizado a una intensidad entre el 55-65-90% de la FCM, entre el 40-50-85% de la reserva de la  $VO_2$  máx, o de la reserva de la FCM. Bien entendido que las dos cifras menores de cada apartado son las idóneas para ser utilizadas por quienes carecen de entrenamiento, tienen muchos años, o sufren algún tipo de discapacidad o enfermedad. La última cifra sólo debe ser utilizada por quienes deseen mejorar la forma física. El ejercicio con intensidades comprendidas entre el 55-64% de la FCM y el que se lleva a cabo entre el 40-50% de la reserva de la  $VO_2$  máx y de la reserva de la FCM, a pesar de que no mejoran la forma física, sí lo hacen sobre lo que Després y su grupo denominan la forma metabólica, es decir, disminuyen los riesgos originados por las enfermedades cardiovasculares y la diabetes (Després *et al.*, 1991). Un gasto semanal adicional de 700 a 2.000 kcal es suficiente para producir estos efectos.

Dedicar 30 minutos la mayor parte de los días de la semana en la realización de actividades de moderada intensidad, puede ser adecuado para aumentar el gasto de energía (DiPrieto, 2001), pero no evitan el declive de la masa muscular, ni la acumulación de grasa en el cuerpo de los mayores (Raguso *et al.*, 2005), ni mejoran la forma física. Sin embargo, este tipo de actividades disminuye el riesgo a padecer el cáncer de colon y el de recto, siempre que el número de horas semanales dedicadas sea el adecuado, siete horas máximo (Chao *et al.*, 2004). Debido a ello, son los ejercicios recomendados para las personas mayores (DiPrieto, 2001).

En este grupo de personas, un programa de entrenamiento de intervalo realizado a la intensidad del umbral ventilatorio suele ser bien tolerado, a la vez que mejora de forma significativa la potencia aerobia máxima, y aumenta la tolerancia al ejercicio submáximo (Ahmaidi, 1998).

La duración del ejercicio puede oscilar entre los 20 y 60 minutos de actividad continua o intermitente. En el último caso, los periodos de tiempo superiores a diez minutos son acumulables a lo largo del día. Todos los tipos de actividad son igualmente efectivos para conseguir buenos resultados, siempre que el consumo de energía sea el mismo. Para las personas mayores, los ejercicios en los que existen desplazamientos verticales o longitudinales rápidos, como los saltos o la carrera, están menos indicados, dada su mayor ten-

dencia a producir lesiones en los miembros inferiores. Según Bruce *et al.* (2005), los mayores que habitualmente hacen ejercicio (correr) aquejan un 25% menos de dolor muscular esquelético que los sedentarios, padecen menos artrosis (35% frente al 43%), pero sufren más fracturas (52% frente al 48%).

Para mantener los resultados conseguidos con el entrenamiento, sean los relativos a la salud o a la forma cardiorrespiratoria, resulta indispensable realizarlo de manera continua. Dos semanas después de finalizado, comienza la reducción de los efectos y desaparece por completo entre los tres y los ocho meses. En las últimas etapas de la vida laboral, la capacidad física para realizar las actividades inherentes al trabajo disminuye después de los 50 años, por lo que no es infrecuente observar en ellos la sobrecarga crónica de músculos y tendones. Estos problemas son más frecuentes en las mujeres. Los programas de actividad física y el EF poseen gran utilidad para prevenir este tipo de alteraciones (Ploutz *et al.*, 2001).

#### 4.2. Ejercicios para mejorar la fuerza y la resistencia muscular

El entrenamiento de fuerza (EF) es efectivo en los mayores, tanto para mejorar la fuerza como la resistencia de los músculos, a la vez que mantiene la masa magra y la densidad mineral ósea (DMO), pero los efectos originados son específicos de la zona entrenada.

En términos generales, el EF debe ser individualizado, progresivo y en el mismo deben intervenir los grandes grupos musculares. Una serie de entre ocho y doce repeticiones de cada uno de los ocho o diez ejercicios más importantes, realizados dos o tres veces por semana, suele ser suficiente para la mayoría de las personas cuyo objetivo sea mejorar la salud. Algunos autores aseguran que varias series pueden originar ganancias mayores. La intensidad debe situarse alrededor del 50-60% de 1 RM. Cada serie debe ir seguida de un periodo de reposo, no inferior a los tres minutos.

Con el EF, además de aumentar la fuerza, la resistencia, y la función muscular, también se incrementa, aunque discretamente, la  $VO_2$  máx. Los efectos del EF varían de acuerdo con la intensidad, el número de repeticiones y la velocidad a las que se realizan.

El EF de intensidad entre baja y moderada de los músculos de la rodilla puede ser insuficiente para conseguir una mejoría óptima del rendimiento fun-

cional (Seynnes *et al.*, 2004). Según Rhea y Alderman (2004) la periodización del EF incrementa los buenos resultados conseguidos con el entrenamiento habitual.

**Tabla 32.1.** Efectos producidos por el entrenamiento de fuerza en los mayores, según la intensidad, el número de repeticiones y la velocidad a las que se realizan.

Intensidad	Repeticiones	Velocidad	Efectos
80-90% 1RM	3-5	Lenta.	Aumenta la fuerza.
50-60% 1RM	10-15	Lenta.	Aumenta la resistencia.
60-70% 1RM	8-10	Lenta.	Aumentan la fuerza y la resistencia.
50-60% 1RM	10-12	Rápida.	Aumenta la potencia.

En las personas que carecen de experiencia en el EF, es conveniente realizar un programa de actividad física general, antes del específico de fuerza. Antes o después del EF es necesario hacer ejercicios de flexibilidad (estiramientos).

Tanto las pesas como las máquinas, son igualmente efectivas para llevar a cabo este tipo de entrenamiento. También son efectivas las bandas elásticas, la ayuda de un compañero e incluso las sobrecargas originadas por la utilización de los propios músculos del individuo.

En los mayores de entre 60,3 y 89,8 años con discapacidad, el EF realizado con bandas elásticas aumenta la coordinación y la eficiencia en el levantamiento de cargas (Dancewicz *et al.*, 2003).

En los EEUU, el 12% de las personas con edades comprendidas entre los 65 y los 74 años, y el 10% de las mayores de 75 entrenan la fuerza dos veces por semana (Centres, 2004).

En este grupo de edad, seis meses de EF progresivo realizado con la periodicidad descrita mejora de forma evidente la potencia de los miembros inferiores, así como el equilibrio dinámico y la movilidad funcional (Ramsbotton *et al.*, 2004).

El EF de larga duración de moderada intensidad mejora la fuerza y los beneficios conseguidos se prolongan mientras dura el programa (Brandon *et al.*, 2004). La combinación del EF con el entrenamiento aerobio incrementa los efectos beneficiosos (Tokmakidis *et al.*, 2004). Con el fin de evitar la interferencia que el entrenamiento aerobio ejerce sobre el desarrollo de la fuerza, el primero debe ser llevado a cabo únicamente tres días por semana (Hunter *et al.*, 2004).

Aunque en los mayores el EF de entre ligera y mediana intensidad es el adecuado para mejorar la salud, no obstante, se han publicado trabajos en los que los hombres de edad avanzada hicieron entrenamientos con intensidades entre el 85 y el 90% de 1RM dos veces por semana, durante 16 semanas (Hagerman *et al.*, 2000), o los que realizaron un programa de fuerza periodizado compuesto por ejercicios para aumentar la fuerza máxima y la potencia explosiva (Newton *et al.*, 2002), sin que los resultados obtenidos sobre los parámetros musculares, cardiovasculares y metabólicos fueran diferentes de los observados en los más jóvenes, y sin producir efectos secundarios importantes.

El EF de gran intensidad en las personas mayores frágiles (81,5 años de media) realizado con pesas y supervisado por técnicos, parece ser tan seguro como el de baja intensidad, pero es mucho más efectivo desde el punto de vista de la fisiología y de la funcionalidad del organismo (Seynnes *et al.*, 2004).

De igual forma, la asociación entre el EF y los ejercicios destinados a optimizar el equilibrio mejoran la calidad de vida de los mayores, y los buenos efectos conseguidos pueden persistir hasta seis meses después de finalizado el programa (Helbostad *et al.*, 2004).

En los últimos años se ha introducido el entrenamiento en circuito de pesas, no sólo con la intención de mejorar los atributos musculares, sino también como prevención y rehabilitación de algunas enfermedades cardiovasculares (Marcos Becerro, 2004).

Durante el entrenamiento en el circuito de pesas cuando se intercalan pequeñas carreras de entre uno o dos minutos la  $VO_2$  máx aumenta un 15%.

Dado que en el proceso hipertrofiante el aporte de proteínas al músculo constituye un requisito indispensable, la administración de un suplemento de estos macronutrientes antes y después de realizar un entrenamiento de fuerza produce la hipertrofia de las fibras del tipo I y II y mejora un poco más la función mecánica de los músculos entrenados (Andersen *et al.*, 2005).

En los mayores que realizan EF las proteínas contenidas en su ración alimenticia debe oscilar entre 1,0 y 1,3 g x kg peso y día, ya que cuando la ingestión diaria de calcio es adecuada, las proteínas facilitan el aumento de la masa ósea (DMO) (Lucas y Heiss, 2005).

### 4.3. Ejercicios para mejorar la flexibilidad

La flexibilidad es específica para cada articulación y varía considerablemente con la edad, con el sexo y con el grado de entrenamiento. Es mayor durante las primeras etapas de la vida, en las mujeres y en las personas mejor entrenadas, aunque tengan una edad avanzada. A medida que pasan los años se produce una disminución progresiva de la flexibilidad. Parece ser que tal disminución tiene mucho que ver con algunas modificaciones que acaecen en el tejido conectivo, y con la sustitución de las fibras musculares por grasa y por fibras de colágeno.

Los especialistas distinguen dos tipos de flexibilidad: la dinámica o cinética y la estática. La primera viene definida por la resistencia que oponen algunas fuerzas al movimiento de la articulación. Su característica fundamental consiste en realizar movimientos de los miembros con toda la amplitud que le permita la articulación (rango de movilidad). La segunda solamente tiene en cuenta la amplitud del movimiento articular y de ella se describen dos formas: la estática activa y la estática pasiva.

A pesar de que mucha gente cree que la fuerza y la flexibilidad son incompatibles, sin embargo, lo cierto es que el entrenamiento conjunto de ambas cualidades mejora las dos.

El entrenamiento orientado a regenerar la flexibilidad mejora la amplitud de los movimientos articulares, aumenta el rendimiento muscular y, probablemente, previene y ayuda a rehabilitar las lesiones, a la vez que disminuye la intensidad (Garatachea, 2006b, Worrell, 1994) y la gravedad de los síntomas producidos por ellas.

El estiramiento es un procedimiento a través del cual los tejidos sometidos a una fuerza horizontal (tensora) utilizada en sentido opuesto al lugar donde se produce su fijación, superan la longitud que tenían en reposo. Una vez finalizado el estiramiento, el tejido afectado recupera la dimensión que poseía en reposo. A la condición que permite al tejido recobrar su estado anterior se le denomina elasticidad. Cuanto mayor es la elasticidad de un tejido, más elevada es su protección contra el daño originado por las fuerzas tensoras.

Los músculos, como todos los tejidos blandos, son distensibles y elásticos. Los tejidos blandos con gran elasticidad tienen menos probabilidades de sufrir distensiones o torsiones. Como quiera que la flexibilidad articular se halla supeditada al grado de extensión que los tejidos sean capaces de adquirir, y en especial

los músculos que intervienen en su función, el estiramiento llevado a cabo hasta un punto en el que no cause dolor es un procedimiento de gran interés, a la hora de conseguir el mayor grado posible de flexibilidad (Marcos Becerro, 1994).

Con el fin de mejorar la flexibilidad se pueden utilizar varios tipos de estiramientos: la facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP), los estiramientos balísticos, los estáticos pasivos y los dinámicos.

La FNP es un método basado en la activación de los mecanismos neuromusculares, a través de la estimulación de los propioceptores. Este tipo de estiramiento resulta muy efectivo para aumentar la flexibilidad (Marcos Becerro, 1994).

Según Molina López Nava y Molina Ariño (1991), la forma de realizarlo se lleva a cabo de la siguiente manera: En primer lugar, se intenta estirar al músculo sin permitirle alcanzar su amplitud máxima. A continuación se hace una contracción isométrica del mismo, de una duración aproximada de entre siete u ocho segundos. A esto le sigue la relajación absoluta de cinco minutos, y después vuelve a realizarse el estiramiento del músculo durante ocho segundos,

sin permitirle adquirir la máxima longitud posible. El proceso completo se repite cinco o seis veces.

En el balístico, se hacen varios estiramientos rápidos de los músculos de los brazos, de las piernas o del tronco que terminan con un periodo de relajación. Este tipo de estiramiento no suele ser aconsejable, ya que puede producir lesiones musculoesqueléticas.

Los estiramientos estáticos pasivos se llevan a cabo manteniendo cualquiera de los miembros en una posición determinada, mediante la ayuda de una persona o aparato, y también por la utilización de los propios músculos del deportista. Un estiramiento estático realizado entre 15 y 30 segundos por día es suficiente para la mayoría de las personas. Los estiramientos dinámicos consisten en hacer oscilaciones ligeras y controladas de los miembros superiores e inferiores, cuya amplitud no debe superar los límites de la movilidad articular normal. Con su empleo aumenta la flexibilidad dinámica. El número de repeticiones adecuado suele oscilar entre ocho y doce por estiramiento y serie. Parece que el tipo de estiramiento más adecuado para conseguir los resultados apetecidos es el FPN.

# Actividad física en embarazadas

Claudia Cardona González

## OBJETIVOS

- Conocer los cambios fisiológicos durante el embarazo.
- Riesgos del ejercicio en la madre y en el feto durante el embarazo.
- Beneficios en la madre y en el feto durante el embarazo.
- Prescripción de ejercicio para esta etapa.

## 1. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA PRESCRIPCIÓN DE EJERCICIO EN EMBARAZADAS

Antiguamente las recomendaciones de los médicos a las embarazadas, sobre actividad física, se basaban más en criterios sociales o culturales que en evidencias científicas.

Es así como en el año 1950 se recomendaba caminar 1 ó 2 km diarios repartidos a lo largo del día, no hacer deporte y continuar con las labores de casa.

En 1985 el Colegio Americano de Obstetras y Ginecólogos (ACOG) recomendó la práctica de ejerci-

cio físico aeróbico aunque advertían del peligro de actividades de alto impacto, como la carrera, recomendando intensidades no mayores de 140 lpm con una duración de quince minutos.

En el año 1994, ACOG adopta recomendaciones menos conservadoras, siempre que la embarazada esté sana.

## 2. CAMBIOS EN LA FISIOLÓGÍA DE LA MUJER EMBARAZADA

En la Tabla 33.1 se resumen los principales cambios fisiológicos en la mujer embarazada.

**Tabla 33.1.** Cambios fisiológicos en la mujer embarazada.

Nivel	Cambios fisiológicos
Cardiovascular	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demanda mayor de oxígeno periférico (de 50 ml/min a 500 ml/min).</li> <li>• Gasto cardíaco aumenta un 40% (porque aumenta fc que aumenta al principio del embarazo, entre 10-15 l/m y el volumen sistólico).</li> <li>• Las resistencias periféricas disminuyen por vasodilatación, de la semana 12 a la 24, para al final del embarazo normalizarse.</li> <li>• El volumen minuto aumenta más que el consumo de oxígeno, por lo que la sangre que retorna al corazón está más oxigenada.</li> </ul>
Hematológico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El volumen plasmático aumenta gradualmente hasta las 32 semanas (de 30 a 60%), esto provoca una hemodilución de la sangre causando la anemia fisiológica del embarazo.</li> <li>• Las venas aumentan su capacidad, por el efecto de la progesterona, por lo que disminuyen las resistencias vasculares periféricas.</li> <li>• Aumento de los hematíes por el aumento de la eritropoyetina renal.</li> <li>• Aumento aunque menor del volumen eritrocitario.</li> </ul>

(Continúa)

Nivel	Cambios fisiológicos
Respiratorio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor ventilación minuto en reposo (de 6 l/min a 9 l/min), que se hace a expensas de aumentar el volumen corriente.</li> <li>• Se elimina más CO<sub>2</sub>.</li> <li>• Aumenta el pH.</li> <li>• Estas dos cosas producen que el riñón excrete más bicarbonato.</li> <li>• Los quimiorreceptores aumentan la sensibilidad al CO<sub>2</sub> debido a la progesterona y los estrógenos.</li> <li>• Baja el PCO<sub>2</sub> previniendo la isquemia fetal y la acidosis.</li> </ul>
Renal y urinario	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uréteres y pelvis renal dilatados (debido a la progesterona y a la rotación y desviación del útero hacia el lado derecho).</li> <li>• Se origina un aumento del espacio muerto y un retardo en la eliminación de la orina.</li> <li>• Flujo plasmático renal aumentado en el primer trimestre (600 ml/min a 836 ml/min) y luego disminuye.</li> <li>• El filtrado glomerular aumenta (incrementos superiores de hasta 50%).</li> <li>• Aumento de la secreción de renina y la activación del eje renina-angiotensina-aldosterona, a la vez que se reduce la reactividad vascular a la angiotensina, lo que justifica que no haya hipertensión.</li> </ul>
Gastrointestinal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modificaciones del apetito.</li> <li>• Náuseas, vómitos, relacionados con la secreción hormonal (gonadotropinas y estrógenos).</li> <li>• Predisposición a caries, hiperemia de encías y concentración de hormona en saliva.</li> <li>• El aumento del útero desplaza asas intestinales y el estómago, por lo que el tiempo de evacuación gástrica se retrasa y causa estreñimiento.</li> <li>• Pirosis por relajación del esfínter del cardias que hace que el ácido clorhídrico del estómago refluya hacia el esófago.</li> </ul>
Metabólico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumenta el metabolismo basal.</li> <li>• Insulina basal elevada, "efecto diabético del embarazo".</li> <li>• Lípidos aumentados. Predisposición de formar cuerpos cetónicos por ahorrar glucosa para el feto (esto se produce por la acción del lactógeno placentario).</li> <li>• El lactógeno placentario, actúa sobre los lípidos y de esta forma garantiza a la madre el aporte de ácidos grasos libres como fuente energética.</li> <li>• Durante el embarazo, debe haber un gran aporte de proteínas. La insulina, que está aumentada, desempeña un papel importante en la síntesis proteica.</li> </ul>
Dermatológico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En el tercer trimestre de embarazo aparecen estrías, por un factor mecánico de distensión, o por la producción de corticoides, que altera el tejido elástico.</li> <li>• Pigmentación en la línea alba, vulva, areola y pezones. Es frecuente también en cara y se agudiza con el sol. Es llamado "cloasma".</li> <li>• Todo esto está relacionado con el aumento de la hormona hipofisiaria estimulante de los melanocitos, cuya acción es favorecida por la progesterona.</li> <li>• Pueden aparecer arañas vasculares, angiomas, tumores benignos, debido a los estrógenos.</li> </ul>

### 3. HIPOTÉTICOS RIESGOS DEL EJERCICIO

#### 3.1. Riesgos en la mujer embarazada

##### 3.1.1. Hipoglucemia aguda

Un ejercicio agudo e intenso puede producir en la madre una hipoglucemia, que si se repite de forma crónica puede repercutir en el feto trayendo problemas de malnutrición y bajo peso al nacer (James *et al.*, 1972). Esta hipoglucemia se puede ver favorecida, además, porque durante el embarazo se incrementa la utilización de los hidratos de carbono por los músculos en movimiento.

El feto puede adaptarse a esta situación transitoria de hipoglucemia, porque usa lactato como fuente de energía (Domvoby *et al.*, 1987; Drinkwater, 2000), y

además, por la hemoconcentración existente durante el embarazo que hace que llegue más oxígeno a los tejidos (Feiner *et al.*, 2000; Fisher *et al.*, 1986).

##### 3.1.2. Fatiga crónica

La frecuencia cardiaca (FC) basal en la mujer embarazada es más alta, aproximadamente en 15 latidos por minuto (lpm), debido a que aumenta la hormona gonadotropina coriónica, a los cambios hemodinámicos y a la menor actividad del sistema parasimpático. Por ello la mujer gestante se encuentra más fatigada que en su estado normal (Hessermen y Bruck, 1985).

Todo ejercicio vigoroso, hecho sobre todo durante el tercer trimestre de embarazo, le llevará a una fatiga crónica, con síntomas muy parecidos a los de un sobreentrenamiento.

### 3.1.3. Lesión músculo-esquelética

La masa corporal de la mujer embarazada aumenta una media de un 15 a un 30%, afectando a la postura. Para compensar el peso del feto, aumenta la inclinación de la pelvis, provocando una mayor lordosis lumbar que hará padecer dolor en esta zona. Esto, unido a la mayor elasticidad de los ligamentos, junto a algunos cambios en la musculatura de la mujer, produce una disminución de las habilidades del movimiento durante este periodo (Mullinax y Dale, 1986).

Andar durante mucho rato, incluso sin peso, puede ser dificultoso, especialmente desde el segundo trimestre de gestación (Jarski y Trippett, 1990).

Debido al riesgo de caídas o golpes, los deportes como la gimnasia, el esquí o la hípica no son recomendables en ningún momento del embarazo. Tampoco, por supuesto, los deportes de contacto, porque además puede haber traumatismos abdominales (Wang y Apgar, 1998).

La carrera o actividades en las cuales se cargue peso deben realizarse con cautela, por el trauma repetitivo sobre las articulaciones.

## 3.2. Riesgos en el feto

### 3.2.1. Hipoxia aguda

Hay hipótesis de que el feto puede tener hipoxia durante el ejercicio aeróbico por la redistribución del flujo sanguíneo, que en vez de ir al útero va hacia los músculos que se están ejercitando (Morris *et al.*, 1956).

El pulso del feto refleja su gasto cardiaco y suele estar entre 120-160 lpm. Hay trabajos que muestran un incremento de 10-30 lpm en el feto durante el ejercicio materno, volviendo a su estado normal pasados diez minutos del mismo (Parer, 1984). Pero la respuesta de la FC en el feto será distinta, dependiendo de si la madre es sedentaria o deportista.

A los eventos de más de diez minutos por encima de 160 lpm se les denomina taquicardia, y por debajo de 120 lpm se habla de bradicardias fetales.

### 3.2.2. Hipertermia aguda

La temperatura fetal es aproximadamente 0,5 °C superior a la materna (Abrams *et al.*, 1970; Adamson, 1966; Lotgering *et al.*, 1985; Power *et al.*, 1984).

Ésta ha sido evaluada sólo en animales, en laboratorio (Edwards, 1967). Se han constatado proble-

mas en el sistema nervioso central por los efectos de transmisión de calor, sobre todo cuando se expone al feto entre los primeros 21-28 días, durante el cierre del tubo neural (Pleet *et al.*, 1981).

Sin embargo, la embarazada tiene mecanismos termorreguladores que aumentan la circulación a la piel con el fin de perder calor, de modo que no aumente la temperatura materna y se previene el incremento de la temperatura del feto (Davies *et al.*, 1999). De todos modos, no es recomendable hacer ejercicio en ambientes muy calurosos (superior a 40 °C).

### 3.2.3. Menor glucosa disponible

La utilización de los carbohidratos por el músculo esquelético en gestantes aumenta significativamente durante el ejercicio extenuante. Esto puede limitar la capacidad de prolongar ejercicios vigorosos, y predisponer a la mujer embarazada a una hipoglucemia (Clapp *et al.*, 1987). Este efecto puede ser el resultado de la resistencia a la insulina que se desarrolla en la última mitad del embarazo (Knopp, 1978).

Una bajada de los niveles de glucosa en sangre puede limitar el consumo de la glucosa por parte del feto. Durante el ejercicio agudo hay una hipoxia fetal transitoria, reduciéndose la utilización de la glucosa por el feto; su exposición repetida puede conducir a malnutrición, menor peso o alteraciones en el crecimiento de los órganos o tejidos (Clapp *et al.*, 1987).

### 3.2.4. Aborto en el primer trimestre

El ejercicio, (sobre todo intenso) en el primer trimestre puede desembocar en un aborto temprano. Son pocos los estudios y las muestras de cara a la recomendación del ejercicio en relación al riesgo de aborto prematuro (Wolfe *et al.*, 1989).

### 3.2.5. Riesgo de parto prematuro

El ejercicio agudo puede inducir al parto prematuro porque aumenta la secreción de catecolaminas, especialmente noradrenalina. Esto provoca contracciones uterinas después de realizar ejercicio (Artal *et al.*, 1981). En mujeres con riesgo de parto prematuro se les aconseja abstenerse de hacer ejercicio (Artal, 1992).

En un estudio con una gran muestra (más de 7.000 mujeres), se halló que a partir de ocho horas al día en posición de pie se produce un modesto incremento del riesgo de parto prematuro. Sin embargo, cuatro horas

al día de trabajo o ejercicio no se asociaron a parto prematuro.

La proporción de niños nacidos prematuramente no difiere entre mujeres que suelen trabajar de pie, mujeres activas o mujeres con ocupaciones sedentarias. Así, la mayoría de las mujeres que mostraban altos índices de actividad física no mostraban un mayor riesgo de parto prematuro (Klebanoff *et al.*, 1990).

Estas afirmaciones están de acuerdo con lo indicado por Berkowitz *et al.* (1983), que no encontraba datos mesurables en la actividad física para relacionarlos con el parto prematuro. Sin embargo, halló que la ausencia de actividad física de tiempo libre sí era un riesgo para el parto prematuro.

### 3.2.6. Reducido peso al nacer

El peso del feto a lo largo del embarazo no está asociado tampoco al tipo de trabajo que realiza la embarazada (Klebanoff *et al.*, 1990). Como anteriormente se ha explicado, puede haber una posible hipoxia fetal y puede reducir el peso en el recién nacido, retardando el crecimiento intrauterino y desarrollando defectos en el feto.

Diversos estudios concluyen que el ejercicio intenso con frecuencias de cuatro a siete días/semana pueden ocasionar bebés con menos peso, respecto a madres que realicen ejercicio moderado o son sedentarias. La diferencia radica principalmente en que los bebés tienen menos grasa (Clapp, 1989).

No obstante, las mujeres que hacen ejercicio tres días/semana a intensidad moderada, tienen bebés con más peso que las sedentarias o las que hacen ejercicio intenso, quizás es debido a los efectos que el ejercicio tiene en el aumento del volumen placentario, que hacen que el volumen sanguíneo y la nutrición del feto sea mejor.

Sin embargo un elemento fundamental es también el grado de ejercicio al que estaban acostumbradas previo al embarazo, tal y como mostramos más adelante en las recomendaciones.

Así, incluso hijos de mujeres deportistas de gran nivel (como ex participantes en juegos olímpicos) han tenido un peso normal (Zaharieva, 1965, 1972).

### 3.2.7. Alteraciones fetales durante el desarrollo

En principio no habrá alteraciones fetales producidas por el ejercicio, a no ser que éste no sea adecuado

a la condición física de la madre, se realice en calor extremo o se sufran impactos durante el mismo.

Porque aunque, tal como se dijo anteriormente, hay un descenso del fluido sanguíneo uterino durante el ejercicio que comportaría parte de los posibles riesgos anteriormente indicados, hay varios mecanismos fisiológicos que parecen proteger al feto. En primer lugar, el flujo sanguíneo de la placenta disminuye menos que el flujo del endometrio. Por otra parte, el hematocrito de la madre se incrementa durante el ejercicio y con ello la capacidad de transporte de oxígeno. Además, la extracción de oxígeno por el útero y el cordón umbilical se incrementa durante el embarazo, y aunque se desconoce cuál es este mecanismo, puede que sea por cambios en las curvas de disociación de la hemoglobina en ambos lados de la placenta. El resultado de todo esto es que el aporte suele ser el mismo en todo momento aunque la redistribución del flujo sea distinto (Wallace y Engstrom, 1987).

## 4. BENEFICIOS DEL EJERCICIO

---

### 4.1. Beneficios en la mujer embarazada

#### 4.1.1. Mejora de la condición aeróbica

Los cambios hormonales y fisiológicos que ocurren en el embarazo afectarán al sistema cardiovascular durante el ejercicio (Pivarnik, 1996). Un indicador fisiológico importante de la capacidad aeróbica es el  $VO_2$  máx. Éste puede verse reducido en mujeres que no hacen ejercicio aeróbico durante el embarazo, pero mejorarse claramente en mujeres que sí lo hacen, siendo las mejoras similares a las no embarazadas (Gorski, 1985). Este efecto del entrenamiento es importante (Kulpa, 1987), pese a que en algunos trabajos no se hayan visto cambios entre antes y después del embarazo en  $VO_2$  máx, potencia desarrollada y porcentaje de los umbrales aeróbicos y anaeróbicos (Lotgering *et al.*, 1991; Lotgering *et al.*, 1995). La explicación más probable debe buscarse en la muestra de estos últimos trabajos, compuesta de mujeres tanto sedentarias como deportistas de competición sin que hubiera tratamiento experimental y control de su actividad física a lo largo de los estudios.

En ejercicio debe utilizarse el valor de  $VO_2$  sin tener en cuenta el peso corporal, dado que éste se incrementa gradualmente durante el embarazo. Además el incremento no es en la masa muscular, que se mantiene cons-

tante, sino en la masa del peso y la placenta, el porcentaje de grasa y el agua retenida (Lotgering *et al.*, 1985).

El coste energético, por el gasto cardíaco y renal, siempre está incrementado de forma constante durante el embarazo. Pero en la segunda parte del mismo se le suma un importante coste debido al crecimiento de la placenta, el útero y el feto. (Hyttén y Chamberlan, 1980).

La mejora de la condición aeróbica tiene efectos positivos, como paliar la hipoglucemia inducida por el ejercicio anteriormente nombrada, pues el ejercicio atenúa la resistencia a la insulina (Wolfe *et al.*, 2003). Esto fue visto en años anteriores en experimentos con animales, pero en 2003 ya se ha visto en humanos.

Para un mismo tipo de ejercicio las mujeres entrenadas, ya sea en baja o moderada intensidad, tienen menos frecuencia cardíaca y mayor volumen sistólico para un mismo gasto cardíaco (Artal *et al.*, 1989 y Clapp *et al.*, 1987).

La ventilación es mayor en reposo y durante el ejercicio incremental. Ésta se hace menos eficiente porque se debe incrementar para obtener un mismo consumo de oxígeno (mayor cociente VE/VO<sub>2</sub>, conocido como equivalente de oxígeno) (Jurkowiak *et al.*, 1981).

#### 4.1.2. Disminución del dolor lumbar

El dolor lumbar es algo común en el embarazo normal. Al menos el 50% de las embarazadas padecen dolor lumbar (Garshasbi y Zadeh, 2005). Parece que esta incidencia es menor en mujeres deportistas, por su mejor acondicionamiento. Lo que no es obvio es que hacer ejercicio reduzca el dolor lumbar en la embarazada (Östgaard *et al.*, 1993). Parece que el ejercicio durante la segunda parte del embarazo reduce la intensidad del dolor lumbar, mejorando la flexibilidad de la columna sin alterar la lordosis.

La mayor parte de las hipótesis sobre la etiología del dolor lumbar se centran en el incremento del peso y la pérdida de la estabilidad de la cintura pélvica, debido a cambios hormonales, que concentran el peso en esa zona (Kristiansson *et al.*, 1996; Petersen *et al.*, 1994).

El tratamiento del dolor lumbar tiene implicaciones no sólo para la mujer embarazada, sino también para el gasto sanitario y la productividad laboral. Un objetivo del ejercicio es recuperar la biomecánica óptima. La estabilización lumbo-pélvica puede lograrse por un ejercicio centrado en una postura adecuada y una mejor función muscular. Recientemente

se ha publicado el primer estudio que ha mostrado efectos significativos en cuanto a reducción de la intensidad del dolor lumbar y mejora de la flexibilidad de la columna, sin cambios en la lordosis (Garshasbi y Zadeh, 2005).

También se han visto mejoras en el dolor lumbar en entrenamiento postparto con ejercicios isométricos (Ottman *et al.*, 1989).

#### 4.1.3. Previene la diabetes gestacional y la preeclampsia

La diabetes gestacional es transitoria. Ocurre al final del embarazo como resultado de la acción de la insulina y las hormonas placentarias, desarrollando una resistencia a la insulina y generando macrosomías en el feto.

Pese a que los estudios no son muy numerosos, indican de forma común que la actividad física en embarazadas reduce alrededor de un 50% a un 75% el riesgo de diabetes gestacional con respecto a las sedentarias (Dempsey *et al.*, 2004a, 2004b). De estos trabajos se desprende que 30 minutos diarios de ejercicio de moderada intensidad pueden ser suficientes para disminuir el riesgo de diabetes gestacional.

La preeclampsia es un desorden relacionado con la hipertensión, que ocurre en un 3 a 7% en los embarazos. Sus consecuencias fisiopatológicas conllevan una peor tolerancia a la glucosa, hipertrigliceridemia, inflamación crónica sistémica y disfunción endotelial difusa. Los programas de ejercicio parecen reducir alrededor de un 30% este riesgo (Marcoux *et al.*, 1989; Sorensen, 2003 y Saftlas, 2004).

Las causas fisiológicas por las que el riesgo de diabetes y preeclampsia se reducen provienen de diferentes motivos independientes, si bien parte de ellos están relacionados con una mejora de la condición física (Dempsey *et al.*, 2005).

Los ejercicios de resistencia más populares, como son caminar y el aeróbico, ha mostrado reducciones de la insulina en plasma durante el embarazo (Clapp y Capeless, 1991).

Del mismo modo que en personas no embarazadas mejora el perfil lipídico, en embarazadas muy activas (más de doce horas de ejercicio moderado a la semana) se han visto menores concentraciones de triglicéridos en relación a mujeres inactivas. Esto sugiere que la actividad física durante el embarazo puede disminuir la hiperlipidemia habitual en embarazadas diabéticas e hipertensas (Butler *et al.*, 2004).

También parece que las mujeres embarazadas que padecen de ansiedad o depresión tienen tres veces más riesgos de padecer preeclampsia, con lo que el ejercicio les beneficiaría (Sornsen *et al.*, 2003).

#### **4.1.4. Beneficios psicológicos**

El embarazo es un momento de la vida de la mujer que puede favorecer una disminución de la actividad física (Symons y Hausenblas, 2004), tanto por modificaciones físicas como por una combinación de factores psicológicos o sociales. Algo falla en la educación para la salud debido a las percepciones erróneas sobre riesgos que puede tener el ejercicio durante el embarazo (Clarke *et al.*, 2004).

Por ejemplo, Zhang y Savitz (1996) hallaron que el 60% de las mujeres embarazadas eran sedentarias, siendo este porcentaje el doble de la población adulta sedentaria de Estados Unidos.

Pese a las preocupaciones generales sobre el ejercicio en embarazo, existe también un consenso científico sobre que las mujeres pueden hacer ejercicio durante el embarazo sin riesgos para ellas ni para el feto (Lokey *et al.*, 1991).

Desde un punto de vista psicológico, el ejercicio voluntario puede mejorar la imagen corporal de la mujer (Dewey y McCrory, 1994), reducir la depresión (Derosi y Pellegrino, 1982) y mejorar su autoestima (Wallace *et al.*, 1986).

En estudios con mujeres deportistas se vio que aquéllas que mejor entrenan durante el embarazo vuelven antes con más confianza y motivación a la competición (Beilock *et al.*, 2001), e incluso muchas deportistas de elite han igualado o mejorado su rendimiento después de tener hijos, y la explicación se razona tanto por motivos fisiológicos como por efectos psicológicos (Sady y Carpenter, 1989).

#### **4.1.5. Disminuye el incremento de peso**

La mayoría de los estudios están de acuerdo con que la embarazada que realiza ejercicio físico gana menos peso, sin que ello repercuta negativamente en el feto (Clapp, 1989). El ejercicio en combinación con la dieta es la mejor forma para controlar el peso durante el embarazo. Controlando el peso se previene la diabetes gestacional y una posible obesidad futura. El ejercicio puede incorporarse de forma segura incluso si la persona no era activa previamente (Drake, 2003).

#### **4.1.6. Facilita el parto**

Las mujeres que hacen ejercicio durante el embarazo tienen partos más cortos, más rápidos y más fáciles (Zaharieva, 1972; Wallas *et al.*, 1986 y Anderson, 1986), si bien pueden afectar otros factores como la edad, el tamaño del feto, la posición o el uso de analgésicos.

### **4.2. Beneficios en el feto**

#### **4.2.1. Menos complicaciones durante el parto**

Investigaciones realizadas en 1984 muestran que mujeres que siguen haciendo ejercicios de resistencia al mismo nivel que antes de quedarse embarazadas hasta entrado el tercer trimestre del periodo de gestación, ganan menos peso, dan a luz antes y tienen bebés más delgados que las mujeres que dejan de hacer ejercicio antes de la semana 28. Aproximadamente el 70% de la diferencia del peso del niño se debía a las concentraciones de su grasa (Clapp y Dickstein, 1984). Parece que las mujeres que hacen ejercicios a intensidad media dan a luz más tarde que las que hacen ejercicio de alta intensidad, pese a que luego la duración sea menor en las primeras que en las segundas.

La mayoría de estudios sobre el ejercicio durante el embarazo concluyen en que éste disminuye la duración de la escena activa del parto y reduce la incidencia de algunas dificultades obstétricas durante el mismo (Fardel y Kase, 1988).

Sin embargo, un metaanálisis posterior sobre este tema, no halló diferencia alguna entre madres que hicieron programas de ejercicio y grupos control, en las variables de duración del parto, peso del bebé al nacer o test de APGAR (Lokey *et al.*, 1991).

De hecho, se ha sugerido que es difícil aislar los efectos del ejercicio respecto a las características del feto al nacer, tal y como se hizo referencia anteriormente, dado que influyen muchos otros factores, tales como la genética, la nutrición, elementos socioeconómicos o factores medioambientales (Lotgering *et al.*, 1984).

#### **4.2.2. Niños más activos**

Hay estudios donde se han examinado niños entre uno y cinco años, y se ha llegado a la conclusión de que con un año, los niños cuyas madres hicieron ejer-

(Continuación)

cicio durante el embarazo muestran mejores habilidades motoras, pero idénticas habilidades mentales y morfológicas que los de madres que no hicieron ejercicio. Pero con cinco años, los primeros son mucho más delgados, y tienen niveles de inteligencia mucho mejores que los segundos, especialmente en el área de las habilidades orales. Lo que pasará en el futuro aún no se sabe (Clapp, 2000).

Estudios durante cinco días de niños de madres que mantienen programas de ejercicio en el embarazo, tienen como resultado diferencias en los perfiles de humor de los bebés respecto a los de madres sedentarias, respondiendo mejor a los estímulos ambientales y luminosos, y con una mejor organización motora según la escala de humor Brazelton (Clapp *et al.*, 1999).

## 5. RECOMENDACIONES DE EJERCICIO EN LA MUJER EMBARAZADA

### 5.1. Recomendaciones generales de la programación de ejercicio

Antes de empezar cualquier programa de ejercicio debemos tener en cuenta el estado general de la embarazada. Por ello, es preciso tener en cuenta las contraindicaciones que el ejercicio pueda tener, tanto de forma absoluta como relativa (Tabla 33.2).

Una vez iniciado el ejercicio, se deben conocer qué signos deben tenerse en cuenta para detener la práctica y acudir a un médico (Tabla 33.2).

**Tabla 33.2.** Contraindicaciones absolutas y relativas para el ejercicio (ACOG, 2002). (Adaptado por Paisley *et al.*, 2003).

Contraindicaciones absolutas y relativas para el ejercicio en embarazadas	
Absolutas	
Insuficiencia cardíaca.	
Enfermedad pulmonar.	
Gestación múltiple en riesgo de parto prematuro.	
Persistencia de sangrado en el 2º o 3er trimestre.	
Placenta previa después de 26 semanas de gestación.	
Parto prematuro durante el embarazo actual.	
Ruptura de membranas.	
Pre-eclampsia/hipertensión inducida por el embarazo.	

(Continúa)

Relativas
Anemia severa.
Arritmia cardíaca materna.
Bronquitis crónica.
Diabetes tipo I poco controlada.
Obesidad mórbida.
Peso muy bajo (IMC <12).
Historial de estilo de vida muy sedentario.
Restricción del crecimiento intrauterino en el actual embarazo.
Hipertensión poco controlada.
Limitación ortopédica.
Hipertiroidismo poco controlado.
Fumar abundantemente.
Signos que advierten la detención del ejercicio y visita médica
Sangrado vaginal.
Disnea previa al esfuerzo.
Vértigo.
Dolor de cabeza.
Dolor en el pecho.
Debilidad muscular.
Calambres, dolor o hinchazón en el gemelo.
Movimientos fetales disminuidos.
Riesgo de parto prematuro.
Pérdida de líquido amniótico.

El embarazo no es un buen momento para empezar a realizar ejercicio si hasta entonces se ha sido sedentario. Sin embargo, si se inicia de forma gradual la madre y el neonato se beneficiarán. De cara a guiar tanto a la embarazada como al profesional de la actividad física y deporte en la realización de un programa de ejercicio, existen unas recomendaciones oficiales por parte de las autoridades sanitarias competentes que se recogen en las Tablas 33.3 y 33.4. Como se advertirá, el nivel inicial condiciona las características del ejercicio recomendado.

**Tabla 33.3.** Recomendaciones para ejercicio en embarazadas (ACOG, 1994 y 2002).

Recomendaciones para ejercicio en embarazadas
• Ejercicio regular 3 veces semana 140-150 ppm.
• Evitar ejercicios a altas temperaturas.
• Evitar participar en competiciones.
• Evitar deportes de contacto.
• Evitar realizar muchas contracciones isométricas.
• Evitar actividades anaeróbicas.

(Continúa)

(Continuación)

Recomendaciones para ejercicio en embarazadas
• Evitar la alta intensidad.
• Empezar por ejercicios que no soportan peso (bicicleta, natación...). Ejercicios en el agua son recomendables para aliviar el dolor de espalda que aparece al avanzar la edad gestacional.
• Evitar ejercicios que aumenten el riesgo de trauma abdominal.
• Evitar ejercicio en posición supina durante el primer trimestre (retorno venoso disminuye, realizar cambios frecuentes de postura).
• No demasiado adecuado iniciar un programa de ejercicio en el primer trimestre, si se inicia debe ser muy gradual.
• Adecuada nutrición e hidratación.

**Tabla 33.4.** Recomendaciones para ejercicio en embarazadas deportistas (ACOG, 1994).

Recomendaciones para ejercicio en embarazadas deportistas
• Continuar entrenamientos 3 veces semana en el 1er y 3er trimestre, y 5 veces semana en el 2º trimestre.
• No entrenar con infección, fiebre o fatiga.
• Evitar participar en competiciones.
• Evitar deportes de contacto.
• Evitar ejercicios de fuerza máxima e isométricos.
• Evitar altas temperaturas y deshidratación.
• Detener los entrenamientos con síntomas como dolor, sangrado, etc.
• Evitar cambios rápidos de dirección (por la laxitud ligamentosa).
• Evitar actividades anaeróbicas.
• Añadir a sus entrenamientos ejercicios en el agua para prevenir o aliviar el dolor de espalda que aparece al avanzar la edad gestacional.
• En ejercicios de fuerza usar poco peso y muchas repeticiones.
• Vigilar con los abdominales (diátesis de los rectos).
• Conocer las razones para interrumpir el ejercicio y consultar con su médico.
• Evitar ejercicio en posición supina durante el primer trimestre.

De cara a organizar los componentes de la carga externa de entrenamiento, la Tabla 33.5 ofrece más detalles sobre la prescripción de ejercicio. Nuevamente se diferencia en función del estado de forma.

En general el ejercicio tiene un efecto positivo sobre la salud a intensidades bajas o moderadas, siendo necesaria una duración inversa para obtener efectos (Lotgering *et al.*, 1984).

En un metaanálisis sobre los efectos del ejercicio, se vio que la intensidad puede ser de hasta el 80% de la FC máx (144p en dichos estudios) en mujeres de alrededor de 26 años, durante 43 minutos por sesión, hasta tres días en semana, sin signos de daño para la madre o el feto (Lockey *et al.*, 1991).

Si se hacía deporte antes de quedarse embarazada, se puede continuar con el programa de ejercicio a un nivel moderado, si el embarazo es normal.

Es difícil para los médicos asegurar cuáles son los límites de entrenamiento para una deportista embarazada, con lo cual si no se siguen las recomendaciones se asumirán riesgos. Con respecto a esto hacen falta más estudios y entrenar con mayor seguimiento por parte del entrenador (Pivarnik *et al.*, 2003).

La mujer embarazada sedentaria sometida a un programa de ejercicio de intensidad moderada durante el dos y tres trimestres, (140-150 plm, sesiones de 25 m tres veces semana) se benefician de las adaptaciones que provoca el entrenamiento regular, disminuyendo la frecuencia cardiaca submáxima respecto a sus compañeras sedentarias embarazadas, no sometidas a ejercicio (32 margarita).

La FC máx como respuesta al ejercicio es menor, debido a una respuesta atenuada del sistema simpático durante la gestación (Avery *et al.*, 2001)

Todo ello condiciona una menor reserva de la FC en la mujer embarazada sometida a ejercicio y hace de la frecuencia cardiaca un indicador menos sensible a la hora de marcar la intensidad de éste.

**Tabla 33.5.** Prescripción de ejercicio durante el embarazo según el nivel de forma física.

Prescripción ejercicio en embarazo según el nivel de forma			
	Sedentaria	Recreacional.	Elite.
Frecuencia.	Mín 3 días semana.	3-5 días semana.	Mín 4-6 días semana.
Intensidad.	RPE: moderadamente duro FC: máximo 65-75%.	RPE: moderadamente duro a duro FC: máximo 65-80%.	RPE: duro. FC: máximo 75-80%.
Duración.	30'	30-60'	60-90'
Modo ejercicio.	Bajo impacto, andar, bicicleta, nadar y aerobics en agua.	Las mismas que antes más actividades como trotar/correr, tenis, esquí de fondo.	Las mismas que antes y algunas actividades de competición según la edad gestacional.

No obstante se debe diferenciar entre mujeres embarazadas sedentarias y entrenadas de tal forma que al comparar sus frecuencias cardíacas de reposo se observa que la mujer entrenada gestante tiene una media de 30 lpm menos respecto a la gestante sedentaria, lo que posibilita una mayor reserva cardíaca cuando la mujer es entrenada (Bung *et al.*, 1998).

Sin embargo, el Colegio Americano de Obstetricia y Ginecología (ACOG) recomienda la RPE para monitorizar intensidad de ejercicio, puesto que la FC no resulta tan válida, debido a las alteraciones que sufre a lo largo de la gestación por cambios hemodinámicas.

Debido a la preocupación por no testear en pruebas máximas a las mujeres embarazadas, así como la falta de validez de las ecuaciones para estimar el VO<sub>2</sub> máx desde pruebas a intensidad constante, existen dos métodos aceptados para estimar el VO<sub>2</sub> máx (Sady y Carpenter, 1989).

Un método específico para embarazadas puede usarse con una sola carga de trabajo constante. Para ello se debe registrar la FC al finalizar los seis minutos de un ejercicio constante de estado estable en bicicleta e introducir dicho valor de FC en la siguiente ecuación (Sady *et al.*, 1988): % VO<sub>2</sub> máx = (0,634X FC) - 30, 79. A partir de ahí, si se ha medido el VO<sub>2</sub>, se puede calcular el VO<sub>2</sub> máx por una regla de tres, tal que VO<sub>2</sub> máx = VO<sub>2</sub> / % VO<sub>2</sub> máx x 100.

Otro método es la predicción del VO<sub>2</sub> máx a partir de la relación VO<sub>2</sub> – FC. Para ello se obtiene el VO<sub>2</sub> y la FC a diversas cargas submáximas, se construye una relación VO<sub>2</sub> – FC y se extrapola mediante regresión lineal. Esta relación hasta la FC máx teórica (Sady y Carpenter, 1989) indica utilizar 220 menos la edad. Sin embargo, esta fórmula parece menos precisa que otras ecuaciones, como 208 - 0,7 x edad (Tanaka *et al.*, 2001), o 205,8 - 0,685 x edad (Inbar *et al.*, 1994), que si bien son también fórmulas para la población general, presentan mayor fiabilidad.

Estos métodos son de los más fiables. Por ejemplo, una de las principales pruebas utilizadas en salud para estimar el VO<sub>2</sub> máx es el del normograma de Åstrand (Åstrand y Rodahl, 1986). Sin embargo, el normograma de Åstrand en embarazadas se ha mostrado que sobreestima el VO<sub>2</sub> máx alrededor de un 9%, mientras que esta regresión VO<sub>2</sub> – FC sobreestima únicamente 1,6%.

Otro elemento fundamental de la programación de ejercicio es el modo de ejercicio. Existen numerosos aspectos a considerar sobre el modo de ejercicio. Éstos se resumen en la Tabla 33.6. Las actividades se han dividido atendiendo a si son más o menos recomendables.

Tabla 33.6. Aspectos a considerar respecto al modo de ejercicio.

Modo de ejercicio	Aspectos a considerar
<b>Actividades más recomendables</b>	
Preparación al parto	Es el mínimo entrenamiento a realizar durante el embarazo. Se detallan más adelante ejercicios.
Caminar.	Es lo más frecuente durante el embarazo. Mejora el sentirse bien y los dolores físicos, aunque no tiene efectos en la ganancia del peso de la madre o en el transcurso del parto. Lo único comprobado es el aumento del peso del bebé y de la placenta. Posiblemente caminar rápido tenga los mismos efectos que correr sin el perjuicio de los impactos en las articulaciones.
Bicicleta.	Es una de las formas más seguras de ejercicio, y a intensidades de alrededor del 70% de la FC máx muestra mejoras en la condición física sin consecuencias negativas posteriores de ningún tipo. Hay que vigilar la participación en clases de <i>spinning</i> , por su elevada intensidad, pero su práctica parece segura si se trabaja entre 150-160 pulsaciones. Existe una diferencia de 2 a 4 pulsaciones menos, respecto a caminar.
Natación.	El ejercicio en el agua es seguro, sin que apenas se hayan visto incrementos en la actividad uterina o en el tono uterino. Sus principales ventajas son la más fácil eliminación del calor, la flotación y los efectos sobre el edema que sufren las embarazadas, especialmente cuando se ejercitan de pie, por ejemplo, con el agua hasta los hombros la fuerza hidrostática actúa movilizándolo el volumen sanguíneo y esto a su vez tiene un efecto proporcional entre el grado de edema y el grado de diuresis. El ejercicio hasta el 70% de VO <sub>2</sub> máx es bien tolerado por el feto ya sea en forma de nado o de ejercicio de pie tipo trote en el agua o aeróbic... Aunque el pulso submáximo en natación es algo inferior al de bicicleta. Esta diferencia disminuye conforme la intensidad es mayor, siendo el pulso máximo igual. Hay que tener en cuenta que conforme avanza el embarazo el VO <sub>2</sub> máx en natación parece empeorarse debido a una peor ventilación máxima.

(Continúa)

Modo de ejercicio	Aspectos a considerar
<b>Actividades más recomendables</b>	
Carrera a pie.	Debido al impacto repetitivo sobre las articulaciones, la carrera debe limitarse en intensidad y duración. Algunas deportistas habituadas a correr han mantenido ciertas dosis de entrenamiento durante el embarazo, no es el momento para empezar a preparar una competición. Sustituto de esta carrera a pie puede ser el uso de la elíptica que se encuentra en varios centros deportivos. A una intensidad moderada, de acuerdo con las recomendaciones ya citadas.
Aeróbic.	Aeróbic de bajo impacto, que mantenga una intensidad media no superior al 70% de la FC máx es seguro respecto al riesgo de hipertermia materna.
Ejercicios con pesas.	Hacen falta más estudios con respecto a este tipo de entrenamiento. Si bien hay trabajos que no han visto perjuicios, mas si mejoras en el parto, menos cesáreas, test de APGAR..., Pero se sugiere que hay que vigilar la maniobra de Valsalva porque podría disminuir el flujo sanguíneo y la perfusión en el útero. También se debe ser prudente con ejercicios en posición supina, buscando posiciones alternativas para el trabajo de los mismos grupos musculares. Se deberían también evitar ejercicios que puedan sobrecargar la zona lumbar, tipo sentadilla, remo... Se detallan más adelante ejercicios de fuerza con medios simples como los elásticos o el peso corporal.
Pilates.	Parecen recomendables ciertos ejercicios aunque siempre bajo la supervisión individualizada.
<b>Actividades menos recomendables</b>	
Ejercicio en altura.	La hipoxia juega un papel importante, en la hipertensión inducida por el embarazo (2). Vivir en una zona a más de 2.500 m puede provocar un crecimiento retardado del feto y agravar enfermedades cardíacas que tenga la madre. Si la mujer embarazada es diabética, tiene preeclampsia, anemia o ha sido fumadora debe tomar más precauciones en altura para evitar aumentar el ritmo cardíaco del feto.
Submarinismo.	El buceo a poca profundidad que no requiere descompresión, no tiene consecuencias anormales en el embarazo, a no ser que se realice frecuentemente. A nivel profundo, que requiera descompresión, aumenta la probabilidad de aborto espontáneo, malformaciones congénitas y limitaciones en el crecimiento.
Fútbol, boxeo, lucha...	Debido al contacto especialmente por riesgo de trauma abdominal, no son recomendables. No son recomendables en ningún momento del embarazo.
Gimnasia, esquí, hípica, patinar, escalada...	Debido al riesgo de caídas o golpes, no son recomendables en ningún momento del embarazo. El equilibrio va empeorando debido a la ganancia de peso, la lordosis lumbar y la menor rigidez ligamentosa por el efecto de la progesterona, por lo que el riesgo es creciente en estas actividades.

## 5.2. Programas de ejercicio posteriores al parto

Después del parto las modificaciones persistirán las primeras cuatro semanas, sobre todo a nivel cardiorespiratorio. No es conveniente reanudar la actividad intensa o de competición durante las ocho semanas siguientes al parto. Uno de los primeros objetivos será reforzar la musculatura perineal y más tarde la abdominal. Los ejercicios circulatorios y de suelo pélvico pueden iniciarse en el hospital a las pocas horas del parto y previenen las complicaciones circulatorias posteriores.

En casa, durante las tres primeras semanas nos limitaremos a ellos, antes de realizar ejercicios de pie y tonificación de la pared abdominal. Conviene que

el útero involucre y se haya reforzado el suelo pélvico.

Tras la visita al médico a los 40 días del parto, es posible reanudar actividades aeróbicas moderadas al aire libre, evitando ejercicios que supongan traumatismos para el suelo pélvico, como saltar o correr, que se demorarán hasta pasadas de ocho a doce semanas tras el parto. Se deben asimismo evitar ejercicios violentos o de cambios posturales bruscos, que puedan dar lugar a hipotensión y mareos, y buscar superficies que amortigüen la pisada.

Después del parto se tiende a la depresión postparto, y el ejercicio es una forma de relajación que ayudará a minimizar estos síntomas (López-Rodó, 2004).



# Bibliografía

## PARTE I: CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y LA SALUD

- Aaro LE, Wold B, Kannas L, *et al.* Health behaviour in school children, A WHO cross-national survey. *Health Promot*, 1986; 1, 17-33.
- Acheson KJ, Campbell IT, Edholm OG, *et al.* The measurement of daily energy expenditure an evaluation of some techniques. *Am J Clin Nutr*, 1980; 33, 1155-1164.
- Adler A. *El sentido de la vida*. Barcelona, Luis Miracle. 1973.
- Agencia española de Seguridad Alimentaria. *Estrategia para la nutrición, actividad física y prevención de la obesidad (NAOS)*. Madrid, Agencia Española de Seguridad Alimentaria. 2005.
- Aguado X. *Eficacia y técnica deportiva*. Barcelona, Inde. 1993.
- Allor KM, Pivarnik JM. Stability and convergent validity of three physical activity assessments. *Med Sci Sport Exerc*, 2001; 33, 671-676.
- Álvarez de Miraval B. *La conservación de la salud del cuerpo y del alma*. Salamanca, Andrés Renaut. 1601.
- American College of Sports Medicine. Osteoporosis and exercise position stand. *Med Sci Sports Exerc*, 1995; 2, 1-7.
- American College of Sports Medicine. Physical activity, physical fitness, and hypertension, position stand. *Med Sci Sports Exerc*, 1993; 25, 1-10.
- Anastasi A. *Test psicológicos*. Madrid, Aguilar. 1980.
- Andersen KL, Masironi R, Rutefranz J, *et al.* *Habitual physical activity and health*. Copenhagen, World Health Organization Regional Publication (European Series nº 6). 1978.
- Andersonn JJB. The important role of physical activity in skeletal development: How exercise may counter low calcium intake. *Am J Clin Nut*, 2000; 71, 1384-1386.
- Aristóteles. *Ética a Nicómaco*. Traducción y notas de M Araujo y J Marías. Madrid, Instituto de Estudios Políticos. 1970.
- Aristóteles. *Obras completas*. Traducción, estudio preliminar, preámbulo y notas de F de P Samaranch. Madrid, Aguilar. 1982.
- Aristóteles. *Política*. Traducción y notas de J Marías y M Araujo. Madrid, Instituto de Estudios Políticos. 1970.
- Astrand PO, Rodahl K. *Fisiología del trabajo físico. Bases fisiológicas del ejercicio*. Buenos Aires, Panamericana. 1992.
- Aznar S. Influencias socioambientales en la actividad física de los niños y adolescentes. En: *Llibre de les Actes del Cinquè Congrés de Ciències de l'Esport, l'Educació Física i la Recreació de l'INEFC-Lleida*. Lleida. INEFC-Lleida. 2002: pp 161-171.
- Baecke JAH, Burema J, Fritters JER. A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity epidemiological studies. *Am J Clin Nutr*, 1982; 36, 932-942.
- Baranowski T, Dworkin RJ, Cieslik CJ, *et al.* Reliability and validity of self report of aerobic activity: Family health project. *Res Q Exerc Sport*, 1984; 55, 309-317.
- Bar-Or O, Baranovski, T. Physical activity, adiposity, and obesity among adolescents. *Pediat Exerc Sci*, 1994; 6, 348-360.
- Bassett DR, Ainsworth BE, Swartz AM, *et al.* Validity of four motion sensors in measuring moderate intensity physical activity. *Med Sci Sports Exerc*, 2000; 32, S471-S480.
- Beck HW. *Los Tests. Conceptos y ejemplos. Qué es y para qué*. Madrid, Index. 1979.
- Biddle S, Sallis JF, Cavill NA. *Young and active? Young people and health enhancing physical activity: Evidence and implications*. London, Health Education Authority. 1998.
- Biddle SJH, Fox KR, Boutcher SH. *Physical activity and psychological well-being*. Londres, Routledge. 2000.
- Bilz FE. Fisiatría. *Nuevo sistema de curación natural*. Leipzig. 1897.
- Blair D, Buskirk ER. Habitual daily energy expenditure and activity levels of lean and adult-onset and child-onset obese women. *Am J Clin Nutr*, 1987; 45, 540-550.
- Blair SN, Hardman A. Special issue: Physical activity, health and well-being – an international scientific consensus conference. *Res Quart Exerc Sport*, 1995; 66, 127-134.
- Blair SN, Haskell WL, Ho P, *et al.* Assessment of habitual physical activity by a seven day recall in community survey and controlled experiments. *Am J Epidemiol*, 1985; 122, 794-804.
- Blasco, T. *Actividad física y salud*. Barcelona, Martínez Roca. 1994.
- Boisvert P, Washburn RA, Montoye HJ, *et al.* Mesure et évaluation de l'activité physique par questionnaire. Questionnaires

- utilisés dans la littérature anglo-saxonne. *Sci Sport*, 1988; 3, 245-262.
- Bonnefoy M, Normand S, Pachiardi C, *et al.* Simultaneous validation of ten physical activity questionnaires in older men: A doubly labeled water study. *J Am Geriatr Soc*, 2001; 49, 28-35.
- Borelli G. *De motu animalium*. Roma. 1680.
- Borms J. El ejercicio, la salud, la condición física y las personas de edad. En: Unisport. *El deporte hacia el siglo XXI*. Unisport. Málaga, Junta de Andalucía. 1995: pp 317-324.
- Bouchard C, Blair SN. Introductory comments for the consensus on physical activity and obesity. *Med Sci Sport Exerc*, 1999; 31, 498-501.
- Bouchard C, Despres JP. Physical activity and health: Atherosclerotic, metabolic, and hypertensive diseases. *Res Quart Exerc Sports*, 1995; 66, 268-275.
- Bouchard C, Shepard RJ, Stephens T. *Physical activity, fitness and health*. Champaign IL, Human Kinetics. 1994.
- Bouchard C, Tremblay A, Leblanc C, *et al.* A method to assess energy expenditure in children and adults. *Am J Clin Nutr*, 1983; 37, 461-467.
- Bray MS, William WW, Morrow JR, *et al.* Caltrac versus calorimeter determination of 24-h energy expenditure in female children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc*, 1994; 26, 1524-1530.
- Buñuel A. Deporte y calidad de vida: Aspectos sociológicos de las actividades físico-deportivas de las mujeres en España. *Revista Sistema*, 1992; 110-111, 105-114.
- Buskirk E. Necesidades de energía. En: Grande Covián F, Varela G, Corning D (eds.). *Reflexiones sobre nutrición humana*. San Sebastián, Fundación BBV. 1994.
- Buskirk ER, Harris D, Mendez J, *et al.* Comparison of two assessments of physical activity and a survey method for caloric intake. *Am J Clin Nutr*, 1971; 24, 1119-1125.
- Busqué y Torró S. *Gimnástica higiénica, médica y ortopédica o el ejercicio considerado como medio terapéutico*. Madrid, Imprenta Manuel Galiano. 1865.
- Butler JT. Early adolescent alcohol consumption and self-concept, social class and knowledge of alcohol. *J Stud Alcohol*, 1982; 43, 603-607.
- Cagigal JM. *¡Oh Deporte! Anatomía de un gran gigante*. Valladolid, Miñón. 1981.
- Cagnati M. *De sanitate tuenda*. Padua. 1580.
- Cantera MA. *Niveles de actividad física en la adolescencia. Estudio realizado en la población escolar de la provincia de Teruel* [Tesis Doctoral]. Universidad de Zaragoza; 1997.
- Casimiro AJ. *Hábitos deportivos y estilos de vida de los escolares almeriense*. Almería, Universidad de Almería, Servicio de Publicaciones, Instituto de Estudios Almerienses. 2002.
- Castaneda C, Layne JE, Muñoz-Orián L, *et al.* A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 2002; 25, 2335-2341.
- Castillo I, Balaguer I. Dimensiones de los motivos de práctica deportiva de los adolescentes valencianos escolarizados. *Apunts Ed Fis Dep*, 2001; 63, 22-29.
- Castillo I. *Socialización de los estilos de vida y de la actividad física: Un estudio piloto con jóvenes valencianos*. [Tesis de Licenciatura]. Universidad de Valencia; 1995.
- Chinchilla A. *Historia de la Medicina Española*. Valencia. 1841.
- Chisholm DM, Collis ML, Kulak LL, *et al.* Physical activity readinell. *Br Med J*, 1975; 17, 375-378.
- Collins KJ, Spurr GB. Energy expenditure and habitual activity. En: Collins KJ (ed.). *Handbook of methods for the measurement of work performance, physical fitness and energy expenditure in tropical populations*. Paris, International Union of Biological Sciences. 1990: pp 81-90.
- Coreil J, Levin JS, Jaco G. Estilos de vida. Un concepto emergente en las ciencias socio-médicas. *Clínica y Salud*. 1992; 3, 221-231.
- Craig CL, Stephens TM, Landry F. L'enquête "condition physique Canada": Aspects particuliers à prendre en considération pour mener une enquête d'envergure. *Sci Sport*, 1988; 3, 315-325.
- D'Amours Y. *Activité physique: Santé et maladie*. Québec, Québec/America. 1988.
- Daremberg Ch. *Oeuvres anatomiques, physiologiques et médicales de Galien*, Paris, JB Baillière. 1854.
- De Abajo S, Larriba R, Márquez S. Validity and reliability of the Yale Physical Activity Survey in Spanish elderly. *J Sports Med*, 2001; 41, 479-485.
- Delgado M, Latiesa M. Hábitos de vida relacionados con la práctica de actividad físico-deportiva. En: *Deporte y calidad de vida en la población adulta. Evaluación de los programas médico-deportivos del patronato municipal de Deportes de Granada*. Madrid, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Consejo Superior de Deportes. 2003: pp 57-65.
- Delpech JM. *L'Orthomorphie*. Paris. 1828.
- Devis J. *La Educación Física, el deporte y la salud en el siglo XXI*. Alcoy, Marfil. 2001.
- Devis J, Peiró C. Fundamentos para la promoción de la actividad física relacionada con la salud. En: Devis J (ed.). *La Educación Física, el deporte y la salud en el siglo XXI*. Alicante, Marfil. 2001: pp 295-321.
- Diccionario Paidotribo de la actividad física y el deporte*. Barcelona, Paidotribo. 1998.
- Diem C. *Historia de los deportes*. Barcelona, Luis de Caralt. 1966.
- Diem C. *Theorie der gymnastik*. Berlín, Weidmann. 1930.
- Dipietro L, Caspersen C, Ostfeld A, *et al.* A survey for assessing physical activity among older adults. *Med Sci Sports Exerc*, 1993; 25, 628-642.
- Dishman RK, Washburn RA, Heath GW. *Physical activity epidemiology*. Champaign IL, Human Kinetics. 2004.
- Dishman RK. Increasing and maintaining exercise and physical activity. *Behav Ther*, 1991; 22, 345-378.
- Dishman RK. Supervised and free-living physical activity: No differences in former athletes and nonathletes. *Am J Prevent Med*, 1988; 4, 153-160.
- Dishman RK. The measurement conundrum in exercise adherence research. *Med Sci Sports Exer*, 1994; 26, 1382-1390.
- Duncan TE, Duncan SC, McAuley E. The role of domain and gender-specific provision of social relations in adherence to a prescribed exercise regimen. *J Sport Exerc Psychol*, 1993; 15, 220-231.
- Duchesne J. *Le pourtraict de la santé*. Paris, 1606.
- Duda JL. Goals: A social-cognitive approach to the study of achievement motivation in sport. En: Singer RN, Murphey M, Tennant K (eds.). *Handbook of research on sports psychology*. New York, McMillan. 1993: pp 421-436.
- Dunn AL, Trivedi MH, O'Neal HA. Physical activity dose-response effects on outcomes of depression and anxiety. *Med Sci Sports Exerc*, 2001; 33, S587-S597.

- Durán J. Deporte y medios de comunicación: Una propuesta educativa. Hacia una educación crítica y responsable ante los grandes espectáculos deportivos televisados. En: Martínez del Castillo J (ed.). *Deporte y calidad de vida. Investigación social y deporte n° 4*, Madrid, Librerías Deportivas Esteban Sanz. 1998: pp 403-414.
- Durnin JVGA, Passmore R. *Energy work and leisure*. Londres, Heinemann Educational Books. 1967.
- Durnin JVGA. Activity patterns in the community. *Can Med Assoc J*, 1967; 96, 882-886.
- Dzewaltowski DA. Physical activity determinants: A social cognitive approach. *Med Sci Sports Exerc*, 1994; 26, 1395-1399.
- Edholm OC, Fletcher JG, Widdowson EM, et al. The energy expenditure and food intake of individual man. *Br J Nutr*, 1955; 9, 286-300.
- Edholm OG. The assessment of habitual activity. En: Evang K, Andersen KL (eds.). *Physical activity in health and disease*. Oslo, Williams and Wilkins. 1966: pp 187-197.
- Elosúa R, García M, Aguilar A, et al. Validation of the Minnesota Leisure Time Physical Activity Questionnaire in Spanish women. *Med Sci Sports Exerc*, 2000; 32, 1431-1437.
- Enciclopedia Larousse. *Nueva enciclopedia Larousse. Tomos I-XX*. Barcelona, Planeta. 1988.
- Fagard RH. *Prescription and results of physical activity*. *J Cardiovasc Pharmacol*, 1996; 25, S20-S27.
- Ferrer V, Carrión M. *Ejercicio físico y salud*. Albacete, Altabán. 2003.
- Figueiredo MJ, Rebollo S. La actividad física y los hábitos de vida sanos: Un estudio en la enseñanza técnica del CEFET de Paraíba-Brasil. En: II Congreso Mundial de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Deporte y Calidad de Vida. Oña A, Bilbao A, (eds.). Granada: II Congreso Mundial de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte; 2003. pp 447-453.
- Fishbein M, Ajzen I. *Belief, attitude, intention and behavior: An introduction to theory and research*. Reading MA, Addison-Wesley. 1975.
- Fitts WH. The self-concept and behaviour overview and supplement. *Studies on selfconcept. Mono*. 1972; 7, 58.
- Fogelholm M, Kukkonen M, Harjula K. Does physical activity prevent weight gain: A systematic review. *Obesity Rev*, 2000; 1, 95-111.
- Folsom AR, Jacobs DR, Jr Caspersen CJ, et al. Test-retest reliability of the Minnesota Leisure Time Physical Activity Questionnaire. *J Chronic Dis*, 1986; 39, 505-511.
- Frisch RE, Wyshak G, Albright NL, et al. Lower prevalence of breast cancer and cancers of the reproductive system among former college athletes compared to non-athletes. *Br J Cancer*, 1985; 52, 885-891.
- Frontera W, Hughes V, Krivickas LS, et al. Strength training in older women: Early and late changes in whole muscle and single cells. *Musc Nerve*, 2003; 27; 601-608.
- Galeno C. De parvae pilae exercitio. En: Daremberg Ch. *Oeuvres anatomiques, physiologiques et médicales de Galien JB*. París, Baillière. 1854.
- Galino Carrillo MA. *Los tratados sobre educación de príncipes: Siglos XVI y XVII*. Madrid, Instituto San José de Calasanz de Pedagogía CSIC. 1948.
- García Romero F. *Los juegos olímpicos y el deporte en Grecia*. Sabadell, AUSA. 1992.
- García Ballester L. *Galeno en la sociedad y en la ciencia de su tiempo*. Madrid, Guadarrama. 1972.
- García Ferrando M. *Los españoles y el deporte (1980-1990). Un análisis sociológico*. Madrid, Instituto de Ciencias de la Educación Física y el Deporte. Ministerio de Educación y Ciencia. 1991.
- García Ferrando M. *Los españoles y el deporte, 1980-1995. Un análisis sociológico*. Valencia, CSD. Tirant lo Blanch. 1997.
- García Ferrando M. *Los españoles y el deporte, 1980-1995. Un estudio sociológico sobre comportamientos, actitudes y valores*. Madrid, Consejo Superior de Deportes. 1998.
- García Ferrando M. *Los españoles y el deporte: Prácticas y comportamientos en la última década del siglo XX. Encuestas sobre los hábitos deportivos de los españoles, 2000*. Madrid, Ministerio de Educación, Cultura y Deportes. Consejo Superior de Deportes. 2001.
- García Ferrando M. *Tiempo libre y actividades deportivas en la juventud en España*. Madrid, Ministerio de Asuntos Sociales. 1993.
- García-Palmieri MR, Costas SR, Cruz-Vidal M, et al. Increased physical activity: A protective factor against heart attacks in Puerto Rico. *Am J Cardiol*, 1982; 50, 749-755.
- Generelo E. Educación Física y Calidad de Vida. En: Martínez del Castillo J (ed.). *Deporte y calidad de vida. Investigación social y deporte n° 4*. Madrid, Librerías Deportivas Esteban Sanz. 1998: pp 309-331.
- Gil L. *Terapeia. La medicina popular en el mundo clásico*. Madrid, Guadarrama. 1969.
- Godin G, Desharnais R, Valois P, et al. Differences in perceived barriers to exercise between high and low interders: Observations among different populations. *Am J Health Promot*, 1994; 8, 279-285.
- Godin G, Shepard RJ, Colantonio A. The cognitive profile of those who intend to exercise but no do. *Public Health Rep*, 1986; 101, 521-526.
- Godin G, Shepard RJ. A simple method to assess exercise behavior in the Community. *Can J Appl Sports Sci*, 1985; 3, 141-146.
- Godin G. Theories of reasoned action and planned behaviour: Usefulness for exercise promotion. *Med Sci Sports Exerc*, 1994; 26, 1391-1394.
- Goran MY, Sun M. Total energy expenditure and physical activity in prepubertal children: Recent advances based on the application of the doubly labeled water method. *Am J Clin Nutr*, 1998; 68, 944S-949S.
- Gorsky RD, Calloway DH. Activity pattern changes with decreases in food energy intake. *Hum Biol*, 1983; 55, 577-586.
- Greenlund LJSY, Fair KS. Sarcopenia – consequences, mechanisms and potential therapies. *Mech Ageing Develop*, 2003; 124, 287-299.
- Gross LD, Sallis JF, Buono MN, et al. Reliability of interviewers using the seven-day physical activity recall. *Res Q Exerc Sport*, 1990; 61, 321-325.
- Guerrero A. Evolución del Deporte en edad escolar en España, antecedentes, situación actual. En: I Congreso Nacional de Deporte en edad escolar VVAA: Sevilla (dirs.). Excmo. Ayuntamiento de Dos Hermanas; 2000. pp 21-62.
- Guillén F, Márquez S. *Directorio de psicología de la actividad física y el deporte*. Sevilla, Wanceulen. 2005.
- Gutiérrez Sanmartín M. Actividad física, estilos de vida y calidad de vida. *Rev Educ Fis*, 2000; 77, 5-14.
- Harada ND, Chiu V, King AC, Stewart AL. An Evaluation of three self-report physical activity instruments for older adults. *Med Sci Sports Exerc*, 2001; 33, 962-970.

- Hartman CA, Manos TM, Winter C, *et al.* Effects of Tai Chi on function and quality of life indicators in older adults with osteoarthritis. *J Am Geriat Soc*, 2000; 48, 1553-1559.
- Hein HO, Suadicani P, Gyntelberg F. Physical fitness or physical activity as a predictor of ischemic heart disease. A 17-year follow-up in the Copenhagen Male Study. *J Int Med*, 1994; 232, 471-479.
- Henderson J, Hall M, Lipton H. Changing self destructive behaviours. En: Sánchez Bañuelos F (coord.). *La actividad física orientada hacia la salud*. Madrid, Biblioteca Nueva. 1980: p 23.
- Hernández Morejón, A. *Historia bibliográfica de la Medicina Española*. Madrid, Viuda de Hordán e hijos. 1843, III.
- Hernández-Vázquez F. *Actividades físico-deportivas para la tercera edad*. Madrid, Cuadernos Prácticos. Instituto Nacional de la Seguridad, Ministerio de Asuntos Sociales. 1995.
- Hipócrates. Aforismos, tomados de la traducción, ilustración y puesta en verso castellano de M Casal y Aguado. Barcelona, presentación de JL Peset. Alta Fulla. 1986.
- Hoffmann F. *Disertaciones*. Hagen, Physico-Medicae. 1708.
- Hovell MF, Bursick JH, Sharkey R, *et al.* An evaluation of elementary students' voluntary physical activity during recess. *Res Q Exerc Sport*, 1978; 49, 460-474.
- Howley ET, Franks BD. *Manual del Técnico en salud y fitness*. Barcelona, Paidotribo. 1995.
- Hu FB, Stampfer MJ, Colditz GA, *et al.* Physical activity and risk of stroke in women. *JAMA*, 2000; 283, 2961-2967.
- Huba GJ, Bentler PM. A development theory of drug use: Derivation and assessment of a causal modelling approach. En: Baltes BP, Brim, OJG (eds.). *Life-span development and behaviour*, New York, Academic Press. 1982: pp 147-203.
- Iverson DC, Fielding JE, Crow RS, *et al.* The promotion of physical activity in the United States population: The status of programs in Medical, Worksite, Community, and School Setting. *Public Health Reports*, 1985; 2, 212-224.
- Jackson AW, Morrow JR, Hill DW, *et al.* *Physical activity for health and fitness*. Champaign IL, Human Kinetics. 2003.
- Jacobs D, Ainsworth B, Hatman T, *et al.* A simultaneous evaluation of 10 commonly used physical activity questionnaires. *Med Sci Sports Exerc*, 1993; 25, 81-91.
- Jaeger W. *Paideia: Los ideales de la cultura griega*. Madrid, Fondo de Cultura Económica. 1990.
- Joly R. *Recherches sur le traité pseudo-hippocratique Du régime*. París, Revue d'Etudes Grecques. 1961.
- Jover Ruiz R. *Áetlos: Juego, deporte y cultura en el agón homérico*. [Tesis Doctoral]. Zaragoza: Universidad de Zaragoza; 2000.
- Kamel HK. *Sarcopenia and aging*. *Nutr Rev*, 2003; 61, 157-167.
- Kannel WB, Sorlie P. Some health benefits of physical activity: The Framingham Study. *Arch Inter Med*, 1979; 139, 857-861.
- Kaplan HB. Self-attitudes and deviant response. En: Rosenberg M, Kaplan HB (eds.). *Social psychology of self-concept*. Illinois, Harlan Davidson. 1982: pp 452-465.
- Kaplan HB. Toward a general theory of deviant behaviour. En: Kaplan HB. *Deviant behaviour in defense of self concept*. New York, Academic Press. 1980.
- Katzmarzyk PT, Leon AS, Wilmore JH, *et al.* Targeting the metabolic syndrome with exercise: Evidence from the HERITAGE Family Study. *Med Sci Sports Exerc*, 2003; 35, 1703-1709.
- Kelder SH, Chery MPH, Perry L, *et al.* Longitudinal tracking of adolescent smoking, physical activity and food choice behaviors. *Am J Public Health*, 1994; 84, 1121-1126.
- Ketham J. *De compendio de la humana salud, estudio y edición de MT Herrera*. Madrid, Arco. 1994.
- Lagardera F. (dir.). *Diccionario de la Actividad Física y el Deporte*. Barcelona, Paidotribo. 1999.
- Lagardera F. Deporte y calidad de vida: La Sociedad Deportivizada. En: *Actas del Congreso Científico Olímpico 1992, vol. 1*. Málaga, Instituto Andaluz del Deporte. 1995: pp 412-423.
- Lain Entralgo P. *El cuerpo humano. Teoría actual*. Madrid, Espasa-Calpe. 1989.
- Lain Entralgo P. *Historia de la medicina*. Barcelona, Salvat. 1989.
- Lain Entralgo P. *La medicina hipocrática*. Madrid, Alianza. 1987.
- Laporte RE, Kuller LH, Kupfer DJ, *et al.* An objective measure of physical activity for epidemiologic reseach. *Am J Epidemiol*, 1979; 109, 158-168.
- Lasheras L, Aznar S, Merino, B, *et al.* Factors associated with physical activity among Spanish youth through the National Health Survey. *Prevent Med*, 2001; 32, 455-464.
- Lasso de la Vega J. Pensamiento presocrático y medicina. En: *Historia Universal de la Medicina*. Madrid. 1972, II.
- Latorre PA, Herrador J. *Prescripción del ejercicio físico para la salud en la edad escolar: Aspectos metodológicos, preventivos e higiénicos*. Barcelona, Paidotribo. 2003.
- Lawlor DA, Pocker SW. The effectiveness of exercise as an intervention in the management of depression: Systematic review and meta-regression analysis of randomised controlled trials. *Br Med J*, 2001; 22, 1-8.
- Lee I M, Hsieh CC, Paffenbarger RS. Vigorous physical activity, non-vigorous physical activity, and risk of mortality in men. *Med Sci Sports Exerc*, 1993; 25, 167.
- Legido JC, Segovia JC, Ballesteros JM. *Valoración de la condición física por medio de test*. Madrid, Pedagógicas. 1996.
- León AS, Sánchez OA. Response of blood lipids and lipoproteins to exercise training alone or combined with dietary intervention. *Med Sci Sports Exerc*, 2001; 33, S502-S515.
- Lifrak PD, McKay JR, Rostain A, *et al.* Relationship of perceived competencies, perceived social support and gender to substance use in young adolescents. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, 1997; 36, 933-940.
- Lifson N, Gordon GB, McClintock R. Measurement of total carbon dioxide production. *J Appl Physiol*, 1955; 7, 704-710.
- Lobera de Avila L. *Banquete de nobles caballeros*. Alcalá de Henares, Juan de Brocar. 1542.
- Lobera de Avila L. *Vergel de Sanidad*. Alcalá de Henares, Juan de Brocar. 1551.
- López Feres JA. *Galeno: Obra, pensamiento e influencia*. Madrid, UNED. 1991.
- López Piñero JM<sup>a</sup>, Calero F. *Las Controversias (1556) de Francisco Valles y la Medicina Renacentista*. Madrid, CSIC. 1988.
- López Piñero JM<sup>a</sup>. *Ciencia y Técnica en la sociedad española de los siglos XVI y XVII*. Barcelona, Labor Universitaria. 1979.
- López Piñero JM<sup>a</sup>. *La introducción de la ciencia moderna en España*. Barcelona, Ariel. 1969.
- López-Calbet JA, Dorado C, Chavaren J. Evaluación de la composición corporal mediante absorciometría fotónica dual de rayos X: Aplicaciones y limitaciones en el ámbito del deporte. En: Gutiérrez-Medina M (ed.). *Métodos de estudio de composición corporal en deportistas*. Madrid, Consejo Superior de Deportes, Ministerio de Educación y Cultura. 1996.

- Lowther M, Mutrie N, Loughlan C, *et al.* Development of a Scottish physical activity questionnaire: A tool for use in physical activity interventions. *Br J Sports Med*, 1999; 33, 244-249.
- Maag JW, Irvin DM, Reid R, *et al.* Prevalence and predictors of substance use: A comparison between adolescents with and without learning disabilities. *J Learn Disabil*, 1994; 27, 223-234.
- Manonelles P, Alacraz J, Alvarez J, *et al.* La utilidad de la actividad física y de los hábitos adecuados de nutrición como médio de prevención de la obesidad en niños y adolescentes. *Arch Med Dep*, 2008; XXV, 333-353.
- Manson JE, Hu FB, Rich-Edwards JW. A prospective study of walking as compared with vigorous exercise in the prevention of coronary heart disease in women. *New Eng J Med*, 1999; 341, 650-658.
- Marcos Becerro JF. El sedentarismo, el envejecimiento y las enfermedades asociadas. Los efectos del ejercicio para combatirlas. *Arch Med Dep*, 2008; 123, 7-10.
- Marcos Becerro JF, Galiano D. *Ejercicio, salud y longevidad*. Sevilla, Junta de Andalucía. 2003.
- Marcos Becerro JF. *Salud y deporte para todos*. Madrid, Eudema. 1989.
- Marcus BH, Simkin LR. The transtheoretical model: Applications to exercise behaviour. *Med Sci Sports Exerc*, 1994; 26, 1400-1404.
- Márquez S, Rodríguez Ordax J, De Abajo S. Sedentarismo y salud: Efectos beneficiosos de la actividad física. *Apunts Ed Fis Dep*, 2006; 83, 12-24.
- Márquez S. Adherencia al ejercicio físico: Determinantes, modelos y estrategias de mantenimiento. *Domus*, 2004; 11/12, 93-116.
- Márquez S. Beneficios psicológicos de la actividad física. *Rev Psicols*, 1995; Gen Apl: 48, 185-206.
- Martens R. Turning kids on to physical activity lifetime. *Quest*, 1996; 48, 3, 303-310.
- Martínez del Castillo J. Ciencias sociales, deporte y calidad de vida. En: Martínez del Castillo J, (comp.). *Deporte y Calidad de Vida. Investigación social y deporte nº 4*. Madrid, Librerías Deportivas Esteban Sanz. 1998; pp 11-16.
- Martín-Pastor A. *El ejercicio físico como estrategia de salud*. Valladolid, Consejería de Sanidad y Bienestar Social, Junta de Castilla y León. 1995.
- Mataix J, González Gallego J. Actividad física y deporte. En: *Mataix J. Nutrición y alimentación humana*. Madrid, Ergón. 2002; pp 903-929.
- McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Exercise Physiology*. Baltimore, Williams & Wilkins. 2001.
- McArdle WD, Katch FI, Katch, VL. *Fisiología del ejercicio. Energía, nutrición y rendimiento humano*. Madrid, Alianza. 1990.
- McKenzie T, Sallis J, Nader P. SOFIT: System for observing fitness instruction time. *Journal of Teaching in Physical Education*, 1991; 11, 195-205.
- Meléndez A. *Actividades físicas para mayores*. Madrid, Gymnos. 2000.
- Méndez C. *Libro del ejercicio corporal y de sus provechos*. Sevilla, Grigorio de la Torre. 1553.
- Mendoza R, Sagraera MR, Batista JM. *Conductas de los escolares españoles relacionadas con la salud (1986-1990)*. Madrid, CSIC. 1994.
- Mendoza R. Concept of healthy lifestyle and their determinants. Invited paper presented at the 2nd European Conference on Health Education (Warsaw, 7-9 June), 1990.
- Mendoza R. Diferencias de género en los estilos de vida de los adolescentes españoles: Implicaciones para la promoción de la salud y para el fomento de actividad físico-deportiva. En: *Educación Física y Salud*. Cádiz, Actas del Segundo Congreso Internacional de Educación Física: Fete-UGT (eds.). Publicaciones del Sur; 2000. pp 765-790.
- Mercurial H. *De Arte Gimnástico, ordenado y traducido del latín al castellano por F. de Paula Abril, dedicado al Conde de Villalobos*. Madrid, Victoriano Hernando. 1845.
- Miller DJ, Freedson PS, Kline GM. Comparison of activity levels using the Caltrac accelerometer and five questionnaires. *Med Sci Sports Exerc*, 1994; 26, 376-382.
- Ministerio de Asuntos Sociales. *La Tercera Edad en España: Necesidades y Demandas*. Un análisis de la encuesta sobre necesidades sociales y familiares de la tercera edad. Madrid, Instituto Nacional de Servicios Sociales, Ministerio de Asuntos Sociales. 1990.
- Moliner María. *Diccionario de uso del español*. Madrid, Gredos. 1996.
- Montil M, Aznar S, Barriopedro M. Cumplimiento de las recomendaciones de actividad física en una muestra de la Comunidad Autónoma de Madrid [formato CD]. En: Brizuela G, Llana S, Guzmán JF (eds.). Actas del III Congreso de la Asociación Española de Ciencias del Deporte, "Hacia la Convergencia Europea". Valencia, Facultad de Ciències de l'Activitat Física i l'Esport; 2004.
- Montorio I. *La Persona Mayor. Guía aplicada de Evaluación psicológica*. Madrid, Instituto Nacional de Servicios Sociales, Ministerio de Asuntos Sociales. 1994.
- Montoye HJ, Block WD, Metzner HL, *et al.* Habitual physical activity and serum lipids: Males age 16-64 in a total community. *J Chronic Dis*, 1976b; 29, 697-709.
- Montoye HJ, Block WD, Metzner HL, *et al.* Habitual physical activity and glucose tolerance: Males age 16-64 in a total community. *Diabetes*, 1977; 4, 172-176.
- Montoye HJ, Kemper HCG, Saris WHM, *et al.* *Measuring Physical Activity and Energy Expenditure*. Champaign IL, Human Kinetics. 1996.
- Montoye HJ, McCabe JF, Metzner HL, *et al.* Physical activity and bone density. *Hum Biol*, 1976c; 48, 599-610.
- Montoye HJ, Metzner HL, Keller JB, *et al.* Habitual physical activity and blood pressure. *Med Sci Sport Exerc*, 1972; 4, 175-181.
- Montoye HJ, Mikkelsen WH, Metzner HL, *et al.* Physical activity, fatness and serum uric acid. *J Sport Med Phys. Fitness*, 1976a; 16, 253-260.
- Montoye HJ, Taylor, HL. Measurement of physical activity in population studies: A review. *Hum Biol*, 1984; 56, 195-216.
- Montoye HJ. Estimation of habitual physical activity by questionnaire and interview. *Am J Clin Nutr*, 1971; 24, 1113-1118.
- Montoye HJ. The Raymond Pearl Memorial Lecture 1991: Health, Exercise, and Athletics: A Millennium of observations; a century of research. *American Journal of Hum Biol*, 1992; 4, 69-82.
- Morón Marchena JA. Reflexiones en torno a la educación para la salud: Un reto actual. En: *Educación para la salud: Un reto para todos*. Sevilla, Excmo. Ayuntamiento de Dos Hermanas. 1995.
- National Cholesterol Education Program (NCEP). Executive summary of the third report of the expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults. *JAMA*, 2001; 285, 2468-2497.

- Nebot M, Comín W, Villalbí J, *et al.* La actividad física de los escolares: Un estudio transversal. *Rev Sanitaria Higiene Publ*, 1991; 65, 325-331.
- Nelson JE, Pearson HW, Sayers M, *et al.* *Guide to drug abuse research terminology, research issues*. Rockville Md, US Department of Health and Human Services. 1982.
- Nieda J. El reto de la reforma. *Cuadernos de Pedagogía*, 1993; 214, 13-15.
- Nieman D. *The exercise-health connection*. Champaign IL, Human Kinetics. 1998.
- Nuviala A, Álvarez J. Edad y género variables que inciden en la realización de actividad físico deportiva entre el alumnado de 10 a 16 años [formato CD]. En: Brizueta G, Llana S, Guzmán JF. (eds.). *Actas del III Congreso de la Asociación Española de Ciencias del Deporte, "Hacia la Convergencia Europea"*. Valencia, Facultad de Ciències de l'Activitat Física i l'Esport; 2004.
- Ottesen L. *Deporte y calidad de vida en diferentes tipos de estilos de vida*. En: *Actas del Congreso Científico Olímpico 1992, vol. I*. Málaga, Instituto Andaluz del Deporte. 1995; pp 447-450.
- Pacheco JL. Valoración antropométrica de la masa corporal en atletas de élite. En: Gutiérrez-Medina, M (ed.). *Métodos de estudio de Composición Corporal en Deportistas*. Consejo Superior de Deportes, Madrid Ministerio de Educación y Cultura. 1996; pp 26-54.
- Paffenbarger Jr RS, Wing AL, Hyde RT. Physical activity as an index of heart attack risk in college alumni. *Am J Epidemiol*, 1978; 108, 161-175.
- Paffenbarger Jr RS, Wing AL, Hyde RT, *et al.* Physical activity and incidence of hypertension in college alumni. *Am J Epidemiol*, 1983; 117, 245-257.
- Paffenbarger Jr RS, Hyde RT, Wing AL, *et al.* A natural history of athleticism and cardiovascular health. *JAMA*, 1984; 252, 491-495.
- Paffenbarger Jr RS, Hyde RT, Wing AL, *et al.* Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni. *N Engl J Med*, 1986; 314, 605-613.
- Paffenbarger Jr RS, Hyde RT, Wing AL. Physical activity and incidence of cancer in diverse populations: A preliminary report. *Am J Epidemiol*, 1987; 45, 312-317.
- Paffenbarger Jr RS, Hyde R, Wing A, *et al.* Influences of changes in physical activity and other characteristics on all-cause mortality. *Med Sci Sport Exerc*, 1991; 23, 82.
- Paffenbarger Jr RS, Kampert JB, Lee, IM, *et al.* Changes in physical activity and other lifeway patterns influencing longevity. *Med Sci Sports Exerc*, 1994; 26, 857-865.
- Paffenbarger Jr RS, Lee IM. Physical activity and fitness for health and longevity. *Res. Quart Exerc Sport*, 1996; 67, 11-28.
- Paniagua Arellano JA. El maestro Arnau de Vilanova, Cuadernos Valencianos de Historia de la Medicina y de la Ciencia, VIII, Cátedra de Historia de la Medicina de la Universidad de Valencia. 1969.
- Paniagua Arellano JA. El maravilloso regimiento y orden de vivir (Una versión castellana del "Régimen sanitatis ad regem aragonum"), Introducec. y estudio de JA. Zaragoza, Paniagua Arellano Cátedra de Historia de la Medicina de la Universidad de Zaragoza. 1980.
- Pastor Y, Balaguer I, García-Merita, ML. Una revisión sobre las variables de estilos de vida saludables. *Rev Psicol Salud*, 1998; 10, 15-52.
- Pastor Y. Estilos de vida y salud: Una revisión. [Tesis de Licenciatura]. Universidad de Valencia; 1995.
- Pate RR, Long BJ, Heath G. Descriptive epidemiology of physical activity in adolescent. *Pediatr Exerc Sci*, 1994; 6, 434-447.
- Pedragal Prida F. *La educación gimnástica*. Madrid, Imprenta Hijos de MG Hernández. 1897.
- Perusse L, Tremblay A, Leblanc C, *et al.* Genetics and familial environmental influences on level of habitual physical activity. *Am J Epidemiol*. 1989; 129, 1012-1022.
- Piéron M, Telama R, Almond L, *et al.* Estilo de vida de jóvenes europeos: Un estudio comparativo. *Rev Educ Fis*, 1999; 76, 5-13.
- Piéron M. Estilo de vida, práctica de actividades físicas y deportivas, calidad de vida. En: Oña A, Bilbao A (eds.). II Congreso Mundial de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte "Deporte y Calidad de Vida". Granada: Universidad de Granada; 2003. pp 327-342.
- Platón. *Leyes, traducción, notas y estudio preliminar de JM Pabón y M Fernández-Galiano*. Madrid, Centro de Estudios Constitucionales. 1983.
- Platón. *República, traducción, notas y estudio preliminar de JM Pabón y M Fernández-Galiano*. Madrid, Centro de Estudios Constitucionales. 1981.
- Polaino A. *Educación para la salud*. Barcelona, Herder. 1987.
- Pols MA, Peeters PHM, Kemper HCG, *et al.* Repeatability and relative validity of two physical activity questionnaires in elderly women. *Med Sci Sport Exerc*, 1996; 28, 1020-1025.
- Powell KE, Dysinger W. Childhood participation in organized school sports and physical education as precursors of adult physical activity. *Am J Prevent Med*, 1987; 3, 276-281.
- Prentice AM, Jebb SA. Obesity in Britain: Gluttony or sloth. *Br Med J*, 1995; 311, 437-439.
- Raitakari O, Porkka K, Taimela S, *et al.* Effects of persistent physical activity and inactivity on coronary risk factors in children and young adults. *Am J Epidemiol*, 1994; 140, 3, 195-205.
- Rasero Machacón J. *El campo semántico "salud" en el Siglo de Oro*. Salamanca. 1985.
- Real Academia Española de la Lengua. *Diccionario de la Lengua Española*. Madrid, Espasa. 2001.
- Riddoch C, Aznar S. Physical activity levels of 14-15 years old adolescents related to published guidelines. *Med Sci Sports Exerc*, 1996; 28, S53.
- Riumallo JA, Schoeller D, Barrera G, Gattas V, Vaury R. Energy expenditure in underweight free-living adults: Impact of energy supplementation as determined by doubly labeled water and indirect calorimetry. *Am J Clin Nutr*, 1989; 49, 239-246.
- Rodríguez F, Gusi N, Sancha J, *et al.* Proyecto AFISAC Actividad física, condición física y salud en población adulta. En: *Estudios de Investigación Becados por la Fundación Barcelona Olímpica*. Barcelona, Fundación Olímpica. 1996; pp 1-30.
- Rodríguez FA. *Recomendaciones para la prescripción de ejercicio físico en personas sanas*. Barcelona, INEF de Catalunya. 1994.
- Rodríguez Marín J. *Psicología social de la salud*. Madrid, Síntesis. 1995.
- Rodríguez Ordás J, De Abajo S, Márquez S. Actividad física y deportiva del alumnado de Educación Secundaria Obligatoria en el municipio de Avilés. *Rev de Educación Fis*, 2003; 91, 11-16.

- Roubenoff R. Sarcopenia and its implications for the elderly. *Eur J Clin Nutr*, 2000; 54, 40-47.
- Ruíz Juan F. *Análisis diferencial de los comportamientos, motivaciones y demanda de actividades físico-deportivas del alumnado almeriense de enseñanza secundaria post-obligatoria y de la universidad de Almería*. Almería, Universidad de Almería. Servicio de Publicaciones. 2001.
- Sallis JF, Hovell MF, Hofstetter CR, et al. Lifetime history of relapse from exercise. *Addictive Behaviors*, 1990; 15, 573-579.
- Sallis JF, Haskell L, Wood PD, et al. Physical activity assessment methodology in the Stanford five-cities project. *Am J Epidemiol*, 1985; 121, 91-106.
- Sallis JF, Haskell WL, Fortmann, SP, et al. Predictors of adoptions and maintenance of physical activity in a community sample. *Prevent Med*, 1986; 15, 331-346.
- Sallis JF, Hovell MF, Hofstetter CR. Predictors of adoption and maintenance of vigorous physical activity in men and women. *Prevent Med*, 1992; 21, 237-251.
- Sallis JF, Patrick K, Long BJ. Overview of the international consensus conference on physical activity guidelines for adolescents. *Pediatr Exerc Sci*, 1994; 6, 299-301.
- Sallis JF, Patrick K. Physical activity guidelines for adolescent: Consensus statement. *Pediatr Exerc Sci*, 1994; 6, 302-314.
- Sallis JF, Patterson TL, Buono MJ, et al. Aggregation of physical activity habits in Mexican-Americans and Anglo families. *J Behav Med*, 1988; 11, 31-41.
- Sallis JF, Prochaska JJ, Taylor WC. A review of correlates of physical activity of children and adolescent. *Med Sci Sports Exerc*, 2000. 32, 963-975.
- Sánchez Bañuelos, F. *La actividad física orientada hacia la salud*. Madrid, Biblioteca Nueva: 1996.
- Sánchez Granjel L. El capítulo médico en la obra de Fray Antonio de Guevara”, El ejercicio médico y otros capítulos de la Medicina Española. Salamanca, Universidad de Salamanca: 1975; pp 66-147.
- Sánchez Granjel L. *Humanismo y Medicina*. Salamanca, Universidad de Salamanca. 1978.
- Sánchez Granjel L. *La Medicina Española Renacentista*. Salamanca, Universidad de Salamanca. 1980.
- Sánchez Granjel L. La obra de un médico giennense: Cristóbal Méndez. Seminario Médico del Instituto de Estudios Giennenses: *Jaén*, 1990; 42, pp 13-35.
- Sanctorius S. *De Medicina statio aphorismi*. Venecia. 1614.
- Santander Rodríguez T. *Hipócrates en España (siglo XVI)*. Madrid, Dirección General de Archivos y Bibliotecas. 1971.
- Sanz E, Tuero C, Márquez S. Relación entre la práctica físico-deportiva y los hábitos de vida relacionados con la salud en adolescentes. *Rev Educ Fis*, 2006; 102, 5-10.
- Scheen AJ. Management of the metabolic syndrome. *Minerva Endocrinol*, 2004; 29, 31-45.
- Schroeder DS, Laffin MT, Weis, DL. Is there a relationship between self-esteem and drug abuse? Methodological and statistical limitations of the research. *J Drug Issues*, 1993; 23, 645-655.
- Schuit A, Schouten E, Westterterp K, Saris W. Validity of Physical Activity Scale for the Elderly (PASE): According to energy expenditure assessed by the Doubly Labeled Water Method. *J Clin Epidemiol*, 1997; 50, 541-546.
- Schuit A, Schouten E, Westterterp K, et al. Validity of Physical Activity Scale for the Elderly (PASE): According to energy expenditure assessed by the doubly labeled water method. *J Clin Epidemiol*, 1997; 50, 541-546.
- Schuler PB, Richardson MT, Ochoa P, et al. Accuracy and repeatability of the Yale Physical Activity Survey in assessing physical Activity of older adults. *Percept Mot Skills*, 2001; 93, 163-167.
- Segovia Arana JM. La evolución de la medicina científica y la asistencia sanitaria. En: *Aprender para el futuro: Educación para la salud*. Madrid, Fundación Santillana. 1994.
- Serra JR, Llach, M. Métodos utilizados para cuantificar la intensidad del trabajo físico. En: Serra JR, (coord.). *Prescripción de ejercicio físico para la salud*. Barcelona, Paidotribo. 1996: pp 117-140.
- Serra JR. *Prescripción de ejercicio físico para la salud*. Barcelona, Paidotribo. 1996.
- Setién ML. *Indicadores sociales de la calidad de vida. Un sistema de medición aplicado al País Vasco*. Madrid, Centro de Investigaciones Sociológicas. 1993.
- Shina PD. *Developing positive health lifestyle in schoolchildren*. Kingston, Project Lifestyle. Regional Office of the World Health Organization. 1993.
- Sirard JR, Pate RR. Physical activity assessment in children and adolescent. *Sports Med*, 2001; 31, 439-454.
- Slemenda CW, Miller JZ, Hui SL, et al. Role of physical activity in the development of skeletal mass in children. *J Bone Min Res*, 1991; 6, 1227-1233.
- Snow CM, Shaw JM, Winters JM, et al. Long-term exercise using weighed vests prevents hip bone loss in postmenopausal women. *J Gerontol A*, 2000; 55, M489-M491.
- Sobolski JC, Kolesar JJ, Kornitzer MD, et al. Physical fitness does not reflect physical activity patterns in middle-aged workers. *Med Sci Sport Exerc*, 1988; 20, 6-13.
- Sorapán de Rieros J. *Medicina Española contenida en proverbios vulgares de nuestra lengua, edición facsímil de la Príncipe (Madrid 1616)*. Badajoz, Universitas. 1991.
- Starling RD, Matthews DE, ADes PA, et al. Assessment of physical activity in older individuals: A doubly labelled water study. *Eur J Appl Physiol*, 1999; 86, 2090-2096.
- Suter E, Hawes MR. Relationship of physical activity, body fat, diet and blood lipid profile in youths 10-15 yr. *Med Sci Sports Exerc*, 1993; 25, 748-754.
- Tager IB, Hollenberg M, Satariano WA. Association between Self-reported leisure-time physical activity and measures of cardiorespiratory fitness in an elderly population. *Am J Epidemiol*, 1998; 147, 921-931.
- Taylor H, Jacobs DR, Schucker B, Knudsen J, León AS, Debacker, GA. Questionnaire for the assessment of leisure time physical activities. *J Chronic Dis*, 1978; 31, 741-755.
- Telama R, Leskinen E, Yang X. Stability of habitual physical activity and sport participation: A longitudinal tracking study. *Scandinavian J Med Sci Sports*, 1996; 6, 371-378.
- Tercedor P. *Actividad física, condición física y salud*. Sevilla, Wanceulen. 2000.
- Tercedor P. Estudio sobre la relación entre actividad física habitual y condición física en una población escolar de 10 años de edad. [Tesis doctoral]. Universidad de Granada; 1998.
- Thorland WG, Gilliam TB. Comparison of serum lipids between habitually high and low active pre-adolescent males. *Med Sci Sport Exerc*, 1981; 13, 316-321.
- Thune I, Furber AS. Physical activity and cancer risk: Dose-response and cancer, all sites and site-specific. *Med Sci Sports Exerc*, 2001; 3, S530-S550.

- Tissot CJ. *Gymnastique medicinale et chirurgicale*. Paris. 1781.
- Torún B. Physiological measurements of physical activity among children under free-living conditions. En: Pollit E, Amante P (eds.). *Energy intake and activity*. New York, Alan R Liss. 1984; pp 159-184.
- Tratados Hipocráticos. Introducciones generales, traducc y notas de C García Gual, JM Lucas de Dios, B Cabellos Alvarez I, Rodríguez Alfageme BCG: Madrid, 1986 III.
- Tuero C, Márquez S, De Paz JA. El cuestionario como instrumento de valoración de la actividad física. *Apunts Ed Fis Dep*, 2001; 63, 54-61.
- Tuero C. Adaptación española del Cuestionario de Actividad Física de Tiempo Libre (AFTL): Validación mediante test-retest y comparación con parámetros antropométricos y fisiológicos. [Tesis doctoral]. Universidad de León, 1998.
- US Department of Health and Human Services, Public Health Service. Healthy People 2000: National health promotion and disease prevention objectives. DHHS Publication N° PHS 91.50212. US Government Printing Office: Washington, DC, 1991.
- US Department of Health and Human Services. *Healthy people 2010: National health promotion and disease prevention objectives*. DNHS Publication No. PHS 91-50212. Government U.S. Printing Office: Washington, DC, 2000.
- US Department of Health and Human Services. *Physical activity and health: Report of the General Surgeon executive summary*. Pittsburgh US, Public Health Services. 1996.
- Van Mechelen W, Kemper HCG. Habitual physical activity in longitudinal perspective. En: *The Amsterdam Growth Study: A Longitudinal analysis of health, fitness, and lifestyle*. Champaign IL, Human Kinetics. 1995; pp 135-158.
- Van Mechelen W, Twisk JWR, Post GB, et al. Physical activity of young people: The Amsterdam Longitudinal Growth and Health Study. *Med Sci Sports Exerc*, 2000; 32, 1610-1616.
- Vázquez de Benito MC, *La medicina de Averroes: Comentarios a Galeno*. Salamanca, Colegio Universitario de Zamora. 1987.
- Velázquez R. Actividad físico-deportiva y calidad de vida: Una respuesta educativa. *Rev Española Ed Fis Dep*, 1996; 2, 4-13.
- Voorrips LE, Ravelli ACJ, Dongelmans PCA, et al. A physical activity questionnaire for the elderly. *Med Sci Sport Exerc*, 1991; 23, 974-979.
- Wade MG, Ellis MJ. Measurement of freerange activity in children as modified by social and environmental complexity. *Am J Clin Nutr*, 1971; 24, 1457-1460.
- Wallace JP, McKenzie TL, Nader PR. Observed versus recalled exercise behavior: A validation of a seven day exercise recall for boys 11 to 13 years old. *Res Q Exerc Sport*, 1985; 56, 161-165.
- Wallace JP, Raglin JS, Jastremski C. Twelve month adherence of adults who joined a fitness program with a spouse vs. without a spouse. *J Sports Med Physl Fitness*, 1995; 35, 206-213.
- Washburn RA, Montoye HH. The assessment of physical activity by questionnaire. *Am J Epidemiol*, 1986; 123, 563-576.
- Washburn RA, Smith KW, Jette AM, Janney CA. The Physical Activity Scale for the Elderly (PASE): Development and Evaluation. *J Clin Epidemiol*, 1993; 43, 153-162.
- Weinsier RL, Hunter GR, Heini AF, et al. The ethiology of obesity, relative contribution of metabolic factors, diet, and physical activity. *Am J Med*, 1998; 105, 45-150.
- Westerterp KR, Brouns F, Saris WHM, Ten Hoor, F. Comparison of doubly labelled water with respirometry at low-and high activity levels. *J Appl Physiol*, 1988; 65, 53-56.
- Westerterp KR. Physical activity assessment with accelerometers. *Int J Obes*, 1999; 23, S45-S49.
- WHO. Lifestyles and health. *Soc Sci Med*, 1986; 22, 117-124.
- Wilken F. Die Nervose. *Erkran als Sinnvolle Erscheinung Unseres Gegenwartigen Kulturzeitraums*. Munich, Bergmann, 1927.
- Wilmore JH, Costill DL. *Physiology of Sport and Exercise*. Champaign IL, Human Kinetics. 1999.
- Wing RR. Physical activity in the treatment of the adulthood overweight and obesity: Current evidence and research issues. *Med Sci Sports Exerc*, 1999; 31, S547-S552.
- Wold B. *Lifestyles and physical activity*. Norway, University of Bergen, Bergen. 1989.
- Yano K, Reed DM, McGee DL. Ten-year incidence of coronary heart disease in the Honolulu Heart Program: Relationship to biological and lifestyle characteristics. *Am J Epidemiol*, 1984; 119, 653-666.
- Yasin S. Measuring habitual leisure time physical activity by recall record questionnaire. En: Karvonen MJ, Barry AJ (eds.), *Physical activity and the heart*. Springfield IL, Charles C. Thomas Co. 1997; pp 372-373.
- Young DR, Jee SH, Appel LJ. A comparison of the Yale Physical Activity Survey with other physical activity measures. *Med Sci Sport Exerc*, 2001; 33, 955-961.
- Zabala M, Lozano L, Viciano J. La práctica deportiva extraescolar y su relación con la Educación Física lectiva desde la perspectiva de profesores y alumnos de ESO. En: *Actas del Tercer Congreso Internacional de Educación Física. Educación Física, ocio y recreación*. Cádiz, Fete-UGT (ed.). Santa Teresa, Ind. Gráficas. 2002; pp 807-820.

## PARTE II: ASPECTOS PSICOSOCIALES DE LA ACTIVIDAD FÍSICA COMO ELEMENTO DE SALUD

- Abadie DA. Comparison of the personalities of non-injured and injured female athletes in intercollegiate competition. *Dissert Abstr*, 1976; 15, 82.
- Achten J, Jeukendrup AE. Heart rate monitoring: Applications and limitations. *Sports Med*, 2003; 33, 517-538.
- Adame DD, Johnson TC, Cole SP. Physic fitness, body image and locus of control in college freshman man and women. *Percep Motor Skills*, 1989; 68, 400-402.
- Alonso J, Prieto L, Antó JM. La versión española del SF-36 Health Survey (Cuestionario de Salud SF-36): Un instrumento para la medida de los resultados clínicos. *Med Clin*, 1995; 104, 771-776.
- Alvarez-Moleiro M, Villamarín CF. El papel de la autoeficacia en el entrenamiento para controlar la frecuencia cardiaca durante pruebas de esfuerzo. *Psicothema*, 2004; 16, 50-57.
- American Psychiatric Association. *Diagnostic and Statistical manual of mental disorders*. Washington DC, American Psychiatric Association. 2000.
- Anderson B, Burke E, Pearl B. *Estar en forma. El programa de ejercicios más eficaz para ganar fuerza, flexibilidad y resistencia*. Barcelona, Integral. 1995.

- Anderson MB, Williams JM. A model of stress and athletic injury: Prediction and prevention. *J Sport Exerc Psychol*, 1988; 10, 294-306.
- Andux C, Padilla O. La forma deportiva en los juegos deportivos. *Rev Entren Deport*, 1999; 13, 17-29.
- Anshel MH. Toward validation of a model for coping with acute stress in sport. *Int J Sport Psychol*, 1990; 21, 58-83.
- Antonovsky A. The sense of coherence as a determinant of health. En: Matarazzo JD, Weiss SM, Herd JA, Miller NE (eds.). *Behavioral health: A handbook of health enhancement and disease prevention*. New York, Wiley. 1985: pp 37-50.
- Appenzeller O. Neurology of endurance training. V-endorphins. *Neurology*, 1980; 30, 418-419.
- Arenas MD, Moreno E, Reig A, et al. Evaluación de la calidad de vida relacionada con la salud mediante las láminas Coop-Wonca en una población de hemodiálisis. *Nefrología*, 2004; 24, 470-479.
- Armstrong LE, VanHeest JL. The unknown mechanism of the overtraining syndrome. Clues from depression and psychoneuroimmunology. *Sports Med*, 2002; 32, 185-209.
- Atienza FL, Pons D, Balaguer I, García-Merita M. Propiedades psicométricas de la Escala de Satisfacción con la vida en adolescentes. *Psicothema*, 2000; 12, 314-319.
- Atkinson M, Zibin S, Chiang H. Characterizing quality of life among patients with chronic mental illness: A critical examination of the self-report methodology. *Am J Psych*, 1997; 154, 99-105.
- Badía X, Alonso J. Adaptación de una medida de disfunción relacionada con la enfermedad: La versión española del Sickness Impact Profile. *Med Clin*, 1994; 90-95.
- Badía X, Sáez M, Pinto JL. Is the EuroQoL data produced in an interval scale? Applying the method of successive intervals with the Spanish data. En: O'Hanlon M Buxton M (eds.). *Proceeding of the EuroQoL Plenary Meeting*. Londres 20, HERG Research Report. 1995: pp 144-157.
- Baekeland F, Lasky R. Exercise and sleep patterns in college athletes. *Percept Mot Skills*, 1966; 23, 1203-1207.
- Ballesteros JM. Principios generales del entrenamiento físico. En: López-Chicharro J, Fernández-Vaquero A. (coords.). *Fisiología del ejercicio*. Madrid, Médica Panamericana. 2001: pp 241-264.
- Balogun JA. Body-image before and after assessment of physical performance. *J Sports Med*, 1987; 27, 343-344.
- Bandura A. Self-efficacy. *The Exercise of Control*. Freeman and Company. New York. 1997.
- Bandura A. *Social Foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs NJ, Prentice-Hall. 1986.
- Bandura A. *Social Learning Theory*. New York, Prentice Hall. Traducción: *Teoría del aprendizaje social*. Espasa Calpe. 1977.
- Barron JL, Noakes TD, Levy W, Smith C, et al. Hypothalamic dysfunction in overtrained athletes. *J Clin Endocrinol Metab*, 1985; 60, 803-806.
- Bastos A, González Boto R, Molinero González O, et al. Obesidad, nutrición y actividad física. *Rev Int Med Act Fis Dep*, 2005; 18. En: [http://cdeporte.rediris.es/revista/revista\\_18/artobesidad11.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista_18/artobesidad11.htm) (Consulta: 20/03/2006).
- Baumeister RF, The self. En: Gilbert DT, Fiske ST, Lindzey G (eds.). *The handbook of social psychology, vol. 1*. New York NY, McGraw-Hill. 1998: pp 680-740.
- Beck AT. Thinking and depression: 2. Theory and therapy. *Arch Gen Psychiatry*, 1964; 10, 561-571.
- Becker B. El efecto del ejercicio y el deporte en el área emocional. *Lecturas Ed Fis Dep*, 1998; 12, 1998. En: <http://www.efdeportes.com/efd12/bennoe.htm> (Consulta: 13/0/2006).
- Becker JRB. *Manual de Psicología Aplicada ao exercício & Esporte*. Porto Alegre, Edelbra. 1999.
- Berger BG, Owen DR. Mood alteration with swimming – swimmers really do “feel better”. *Psychosomat Med*, 1983; 45, 425-433.
- Berger BG. Running strategies for women and men. En: Sachs ML, Buffone GW (eds.). *Running as therapy: An integrated approach*. Lincoln, University of Nebraska Press. 1984: pp 23-62.
- Berger J, Minow HJ. El macrociclo en la teoría del entrenamiento. *Rev Entren Deport*, 1990; 9, 5-8.
- Berger J, Minow HJ. El ciclo plurianual en la metodología del entrenamiento. *Rev Entren Deport*, 1995; 4, 25-32.
- Berger J, Minow HJ. Microciclos y metodología del entrenamiento. *Rev Entren Deport*, 1996; 10, 5-10.
- Bergner M, Bobbit RA, Carter WB, Gibson BS. The Sickness Impact Profile: Development and final revision of a health status measure. *Med Care*, 1981; 19, 787-805.
- Bianco T, Malo S, Orlick T. *Sport injury and illness: Elite skiers describe their experiences*. *Res Q Exerc Sport*, 1999; 70, 157-169.
- Biddle S. Children, exercise and mental health. *Int J Sport Psychol*, 1993; 24, 200-216.
- Biddle S. *What helps older people to become physically active*. Conferencia presentada en Active for Later Life National Conference, British Heart Foundation National Centre, 2001.
- Biddle SJ, Mutrie N. *Psychology of physical activity. Determinants, well-being and interventions*. London, Routledge. 2001.
- Billings AG, Moos RH. The role of coping responses and social resources in attenuating the stress of life events. *J Behav Med*, 1981; 4, 139-157.
- Bliwise DL, King AC, Harris RB, et al. Prevalence of self reported poor sleep in healthy population aged 50-65. *Soc Sci Med*, 1992; 34, 49-55.
- Bobes J, González MP, Saiz PA, et al. Propiedades psicométricas del Cuestionario Oviedo de Sueño. *Psicothema*, 2000; 12, 107-112.
- Bompa T. *Theory and methodology of training*. Iowa, Kendall / Hunt. 1983.
- Bonete E, Suay F. Conceptos básicos y terminología del Sobreenentrenamiento. En: Suay F, (coord.). *El síndrome del sobreenentrenamiento. Una visión desde la psicobiología del deporte*. Barcelona, Paidotribo. 2003: pp 15-38.
- Bosscher RJ. Running and mixed physical exercises with depressed psychiatric patients. *International Journal of Sport Psychology*, 1993; 24, 170-184.
- Boyce WT, Sobolewski S. Recurrent injuries in school children. *Am J Disab Child*, 1989; 143, 338-342.
- Bramwell ST, Masuda M, Wagner NH, et al. Psychological factors in athletic injuries: Development and application of the Social and Athletic Readjustment Rating Scale (SARRS). *J Hum Stress*, 1975; 1, 6-20.
- Brazier J, Jones N, Kind P. Testing the validity of the Europe QOL and comparing it with the SF-36 health survey questionnaire. *Quality Life Res*, 1993; 2, 169-173.
- Brewer B. Review and critique of models of psychological adjustment to injury. *J Appl Sport Psychol*, 1994; 6, 87-100.

- Brodie D, Slade P, Rose, H. Reliability measures in distorting body image. *Percept Motor Skills*, 1989; 69, 723-732.
- Brown OR. Exercise, fitness and mental health. En: Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T, Sutton JR, McPherson, BD (eds.). *Exercise, fitness and health: A consensus of current knowledge*. Champaign IL, Human Kinetics. 1990: pp 607-626.
- Brown RB. Personality characteristics related to injuries in football. *Res Quart*, 1971; 42, 133-138.
- Buceta JM. *Psicología y lesiones deportivas: Prevención y recuperación*. Madrid, Dykinson. 1996.
- Buceta JM. *Psicología del Entrenamiento Deportivo*. Madrid, Dykinson. 1998.
- Buceta JM, Bueno AM, López Augustin T, et al. Lesiones deportivas, estrés y rehabilitación. En: Buceta JM, Bueno AM (eds.). *Psicología y Salud: Control del estrés y trastornos asociados*. Madrid, Dykinson. 1995: pp 231-302.
- Buceta JM, Bueno AM, Rodríguez-Mayo FB, Amigo I, Vázquez MI. Relajación progresiva: Investigación sobre un método de entrenamiento de bajo coste inicial APRA los clientes. En: Sandín B, Bermúdez J (eds.). *Procesos emocionales y salud*. Madrid, UNED Editorial. 1989.
- Buckword J, Dishman RK. *Exercise psychology*. Champaign IL, Human Kinetics. 2002.
- Budgett R, Newsholme E, Lehmann M, et al. Redefining the overtraining syndrome as the unexplained underperformance syndrome. *British J Sports Med*, 2000; 34, 67-68.
- Buffone GW. Running and depression. En: Sachs ML, Buffone GW (eds.). *Running as therapy*. Lincoln, University of Nebraska Press. 1984: pp 6-22.
- Buyse DJ, Reynolds CF, Monk TH, et al. The Pittsburgh Sleep Quality Index: A new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiat Res*, 1989; 28, 193-213.
- Byrne BM. *Measuring self-concept across the life span: Issues and instrumentation*. Washington, APA. 1996.
- Caballo VE. El entrenamiento en habilidades sociales. En: Caballo VE, Comp. *Manual de técnicas de terapia y modificación de conducta*. Madrid, Siglo XXI. 1991.
- Cabañero J, Richart M, Cabrero J, et al. Fiabilidad y validez de la Escala de Satisfacción con la Vida de Diener en una muestra de mujeres embarazadas y puérperas. *Psicothema*, 2004; 16, 448-455.
- Callahan P. Exercise. A neglected intervention in mental health care? *J Psychiat Mental Health Nurs*, 2004; 11, 476-483.
- Camacho TC, Roberts RE, Lazarus NB, et al. Physical activity and depression: Evidence from the Alameda County Study. *Am J Epidemiol*, 1991; 134, 220-231.
- Campbell RN. *The New Science: Self-esteem psychology*. Lanham, University Press of America. 1984.
- Caruso CM, Gill DL. Strengthening physical self-perceptions through exercise. *J Sports Med*, 1992; 32, 416-427.
- Caspersen CJ, Powell KE, Christensen GM. Physical activity, exercise and physical fitness. Definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep*, 1985; 100, 126-131.
- Castellón A, Romero V. Autopercepción de la calidad de vida. *Rev Mult Gerontol*, 2004; 14, 131-137.
- Castellón A, Sánchez del Pino, A. Calidad de vida en la atención al mayor. *Rev Mult Gerontol*, 2003; 13, 188-192.
- Casullo MM, Brenlla, ME, Castro Solano A, et al. En: *Evaluación del bienestar psicológico en Iberoamérica*. Buenos Aires, Paidós. 2002.
- Cautela JR, Wisocki PA. Thought stoppage procedure: Description, application and learning theory interpretations. *Psychol Rec*, 1977; 27, 255-264.
- Centro de Investigaciones Sociológicas. *Estudio 2599 Hábitos deportivos de los españoles, III*. CIS. Madrid, Servicio de Publicaciones. 2005.
- Cesta A, Moldofsky H, Sammut C. The University of Toronto Sleep Assessment Questionnaire. *Sleep Res*, 1996; 25, 486-492.
- Chambliss HO, Dishman RK. *Physical activity and depression: A quantitative synthesis*. Athens, The University of Georgia. 2004.
- Cherniss C. *Professional burnout in human service organizations*. New York, Praeger. 1980.
- Chrousos GP. Stressors, stress, and neuroendocrine integration of the adaptative response. *Annals New York Acad Sci*, 1998; 851, 311-335.
- Cigliutti I. *Trastornos del sueño*, 2006. En: <http://www.psicologos.com.ar/sueno.html> (Consulta: 10/07/06).
- Coakley JJ. Burnout among adolescent athletes: A personal failure or social problem. *Sociol Sport J*, 1992; 9, 271-285.
- Coddington RD, Troxell JR. The effect of emotional factors on football injury rates: A pilot study. *J Hum Stress*, 1980; 6, 3-5.
- Cohen LH. Life events and psychological functioning: Theoretical and methodological issues. Newbury Park CA, Sage. 1988.
- Colado Sánchez JC. *Fitness en las salas de musculación*. Barcelona, Inde. 1996.
- Collingwood TR. The effects of physical training upon behaviour and self-attitudes. *J Clin Psychol*, 1972; 28, 583-585.
- Colt E, Dunner D, Hall K, et al. A high prevalence of an affective disorder in runners. En: Sacks MH, Sachs ML (eds.). *Psychology of Running*. Champaign IL, Human Kinetics. 1981: pp 234-248.
- Cooper-Patrick L, Ford DE, Mead LA, et al. Exercise and depression in midlife: A prospective study. *Am J Public Health*, 1997; 87, 670-673.
- Craft LL. The effect of exercise on clinical depression resulting from mental illness: A meta-analysis. [Unpublished master's thesis]. Tempe, Arizona State University; 1997.
- Craft LL, Landers DM. The effect of exercise in clinical depression and depression resulting from mental illness: A meta-analysis. *J Sport Psychol*, 1998; 20, 339-357.
- Cruzan C. Herat tracings reveal sleep patterns for health and disease. News from Harvard Medical, Dental and Public Health Schools. En: [http://focus.hms.harvard.edu/2005/Sep16\\_2005/sleep\\_medicine.shtml](http://focus.hms.harvard.edu/2005/Sep16_2005/sleep_medicine.shtml) (Consulta: 18/07/06).
- Cureton TK. Improvement of psychological states by means of exercise-fitness programs. *J Assoc Phys Med Rehab*, 1963; 17, 14-25.
- Daley AJ, Parfitt G. Physical self-perceptions. Arobic capacity and physical activity in male and female members of a corporate health and fitness club. *Percept Motor Skills*, 1996. 83, 1075-1082.
- Dannenmaier WE. *Mental health: An overview*. Chicago, Nelson-Hall. 1978.
- Davis C, Cowles M. Body image and exercise: A study of relationships and comparisons between physically active men and women. *Sex Roles*, 1991; 25, 33-44.
- De Pablo C, Maroto, JM. Prescripción de ejercicios en ancianos. En: Serra-Grima, JR (coord.). *Prescripción de ejercicio físico para la salud*. Barcelona, Paidotribo. 1996.

- Delgado Fernández M, Gutiérrez Sainz A, Castillo Garzón MJ. *Entrenamiento físico-deportivo y alimentación*. Barcelona, Paidotribo. 1997.
- Derogatis LR. *The SCL-90*. Baltimore, Clinical Psychometric Research. 1975.
- Devis Devis J. (coord.). *Actividad física, deporte y salud*. Zaragoza, Inde. 2000.
- Di Monteventano EG. Correr para adelgazar. *Sport & Medicina*, 1992; Julio-Agosto, p 4.
- Diener E, Emmons RA, Larsen RJ, Griffin S. The Satisfaction with Life Scale. *J Personal Assesm*, 1985; 49, 71-75.
- Diener E, Eunkook M, Luca E, et al. El bienestar subjetivo: Tres décadas de progreso. *Boletín Psicológico*, 1999; 125, 271-301.
- Diener E, Fujita F. Resources personal striving and subjective well-being: Anomothetic and idiographic approach. *J Personal Social Psychol*, 1995; 68, 926-935.
- Diener E, Lucas RE. Personality and subjective well-being. En: Kahneman D, Diener E, Schwarz N (eds.). *Well-being: The foundations of hedonic psychology*. New York, Russell Sage Foundation. 1999: pp 213-227.
- Diener E. Subjective well-being. *Psychol Bull*, 1984; 95, 542-575.
- DiLorenzo TM, Bargman EP, Stucky-Ropp R, et al. Long-term effects of aerobic exercise on psychological outcomes. *Prevent Med*, 1999; 28, 75-85.
- Dishman RK. Motivation and exercise adherence. En: Silva JM, Weinberg, RS (eds.). *Psychological foundations of sport*. Champaign IL, Human Kinetics. 1984: pp 420-434.
- Dishman RK. Medical psychology in exercise and sport. *Med Clin North Am*, 1985; 69, 123-143.
- Dishman R K. Mental health. En: Seefeldt V (ed.). *Physical activity and well-being*. American Alliance of Health, Physical Education, Recreation and Dance: Reston, pp 303-341, 1986.
- Dishman R. Exercise and sport Psychology in youth 6 to 18 years of age. En: Gisolfi C, Lamb D (eds.). *Perspectives in exercise science and sport medicine II, Youth exercise and sport*. Indianapolis, Benchman Press. 1989.
- Dishman R. The norepinephrine hypothesis. En: Morgan P (ed.). *Physical activity and mental health*. Washington, DC, Taylor & Francis. 1997: pp 199-212.
- Donatell R, Snow C, Wilcox A. *Wellness: Choices for health and fitness*. Belmont, CA, Wdasworth Publishing Company. 1999.
- Donovan K, Sanson-Fisher RW, Redman S. Measuring quality of life in cancer patients. *J Clin Oncol*, 1989; 7, 959-968.
- Doyne EJ, Chambliss DL, Beutler LE. Aerobic exercise as a treatment for depression in women. *Behavior Ther*, 1983; 14, 434-440.
- Duda JL, Smart AE, Tappe, MK. Predictors of adherence in the rehabilitation of athletic injuries: An application of personal investment theory. *J Sport Exerc Psychol*, 1989; 11, 367-381.
- Dunn AL, Dishman RK. Exercise and the neurobiology of depression. *Exerc and Sport Sci Rev*, 1991; 19, 41-98.
- Eklund RC, Crawford S. Active women, social physique anxiety and exercise. *J Sports Exerc Psychol*, 1994; 16, 431-448.
- Ellis, A. *Reason and emotional in psychotherapy*. Cita del: Secaucus, NJ, 1962.
- Emery CF, Blumenthal JA. Perceived change among participants in an exercise program for older adults. *The Gerontologist*, 1990; 30, 517-521.
- Faulkner G, Sparkes A. Exercise as therapy for schizophrenia: An ethnographic study. *J Sport Exerc Psychol*, 1999; 21, 52-69.
- Feigley DA. Psychological burnout in high-level athletes. *Phys Sportmed*, 1984; 12, 109-119.
- Feltz DL. Advancing knowledge in sport psychology. *Quest*: 1987; 39, 243-254.
- Fernández-Ballesteros, R. El proceso de evaluación como procedimiento científico y sus variantes. En: Fernández-Ballesteros R (ed.). *Introducción a la Evaluación Psicológica I*. Madrid, Pirámide. 1992: pp 59-86.
- Fernández-Ballesteros R. Características básicas de la evaluación conductual. En: Fernández-Ballesteros, R (ed.). *Evaluación Conductual Hoy*. Madrid, Pirámide. 1994: pp 85-110.
- Fernández-Ballesteros R. Calidad de vida: Concepto y contribución. En: Adair J, Belanger D, Dion K (eds.). *Avances en la ciencia psicológica. vol. 1*. Sussex UK, Psicología. 1998.
- Fernández Silva, R. Riesgos del ejercicio físico en el embarazo, 2000. En: [http://www.saludalia.com/Saludalia/servlets/contenido/jsp/parserurl.jsp?url=web\\_saludalia/vivir\\_sano/doc/ejercicio/doc/doc\\_riesgos\\_ef\\_embarazo.xml](http://www.saludalia.com/Saludalia/servlets/contenido/jsp/parserurl.jsp?url=web_saludalia/vivir_sano/doc/ejercicio/doc/doc_riesgos_ef_embarazo.xml) (Consulta: 20/03/2006).
- Fischer AC. New directions in sport personality research. En: Silva JM, Weinberg RS (eds.). *Psychological foundations of sport*. Champaign IL, *Human Kinetics*. 1984: pp 70-80.
- Flores J, Salguero A, Márquez S. Goal orientations and perceptions of the motivational climate in physical education classes among Colombian students. *Teaching Teach Educ*, 2008; 24, 1441-1449.
- Folkman S, Lazarus RS. If it changes it must be a process: Study of emotion and coping during three stages of a collage examination. *J Personal Soc Psychol*, 1985. 47, 150-170.
- Foster C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Med Sci Sports Exerc*, 1998; 30, 1164-1168.
- Fox E. *Fisiología del deporte*. Madrid, Interamericana. 1984.
- Fox KR. The effects of exercise on self perceptions and self-esteem. En: Bidlle SJH, Fox KR, Boucher, SH (eds.). *Physical activity and psychological well-being*. London, Routledge. 2000: pp 88-117.
- Fraille Aranda A. (coord.). *Actividad física y Salud en la escuela, Junta de Castilla y León*. Valladolid, Consejería de Educación y Cultura. 1996.
- Frank MA, Gustafson S. The reciprocal influence of self-esteem and exercise. Behavioral Consultants, 2001. En: [http://www.behavioralconsultants.com/exercise\\_&\\_self-esteem.htm](http://www.behavioralconsultants.com/exercise_&_self-esteem.htm). (Consulta: 26/05/2006).
- Franz SL, Hamilton GV. The effects of exercise upon retardation in conditions of depresión. *Am J Insanity*, 1905; 62, 239-256.
- Franzoi SL. The body as object versus the body as process: Gender differences and gender considerations. *Sex Roles*, 1995; 33, 417-433.
- Frederick CJ, Shaw SM. Body image as a leisure constraint: Examining the experience of aerobic exercise classes por youn women. *Leisure Sci*, 1995; 17, 57-73.
- Frederick CM, Morrison CS. Social physique anxiety: Personality constructs, motivations, exercise attitudes ando behaviours. *Percept Motor Skills*, 1996; 82, 963-972.
- Fremont J y Craighhead LW. Aerobic exercise and cognitive therapy in the treatment of dysphoric moods. *Cognitive Therapy Res*, 1987; 112, 241-251.
- Freudenberger HJ. Staff burnout. *J Social Issues*, 1974; 30, 159-166.

- Fry R, Morton AR, Keast D. Overtraining in athletes. An update. *Sports Med*, 1991; 12, 32-65.
- Fu Y. Current research situation of sport insomnia. *J Chengdu Physical Educat Instit*, 1999; 25, 56-60.
- Fuentes I, Balaguer I, Meliá JL, et al. Forma abreviada del perfil de estados de ánimo (POMS). En: *V Congreso Nacional de Psicología de la Actividad Física y el Deporte*. Valencia, 1995: pp 29-37.
- Gallager S. Body image and body schema: A conceptual clarification. *Mind Behav JF*, 1986; 7, 541-554.
- Garcés E, Cantón E. El cese de la motivación: El síndrome del burnout en deportistas. *Rev Psicol Dep*, 1995; 7-8, 147-154.
- Garcés E, Cantón E. Un modelo teórico-descriptivo del burnout en deportistas: Una propuesta tentativa. *Inform Psicol*, 2009; 12-22, 91-92.
- Garcés E, Jara P. Agotamiento emocional y sobreentrenamiento: Burnout en deportistas. En: Olmedilla A, Garcés EJ, Nieto G, (coords.). *Manual de psicología del deporte*. Murcia, Diego Marín. 2002: pp 337-349.
- Garcés E. *Burnout en deportistas. Propuesta de un sistema de evaluación e intervención integral*. Madrid, EOS. 2004.
- Garcés E. Frecuencia de burnout en deportistas jóvenes: Estudio exploratorio. *Rev Psicol Dep*, 1993; 4, 55-63.
- Garcés EJ, Vives L. Hacia un modelo explicativo teórico de burnout en deportistas: Una propuesta integradora. *EduPsykhe*, 2003; 2, 221-242.
- García-Mas A, Aguado FJ, Cuartero J, et al. Sueño, descanso y rendimiento en jóvenes deportistas de competición. *Rev Psicol Dep*, 2003; 12, 181-195.
- Garick JG, Recua RK. Injuries in high school sports. *Pediatrics*, 1978; 61, 465-473.
- Garrido G. Necesidades calóricas y equilibrio de la dieta. En: Santonja R (ed.). *La salud del deportista*. Madrid, COE. 1991.
- Garrity TF, Marx MB. Effects of moderador variables on the response to stress. En: Burchfield SR (eds.). *Stress: Psychological and physiological interactions*. New York, Hemisphere. 1985: pp 232-240.
- Gillet P. Aerobic and muscle fitness in high-risk and overweight senior women. *The Gerontologist*, 1989; 29, 258A.
- Gimeno F, Buceta JM. *El cuestionario Características Psicológicas relacionadas con el Rendimiento Deportivo*. Madrid, Dykinson. 2006.
- Gimeno F, Sarasa FJ, Tolosa F. Influencia de variables psicológicas en las lesiones de los nadadores. *Selección*. 2005; 14, 170-175.
- Gimeno F. Descripción y evaluación preliminar de un programa de habilidades sociales y de solución de problemas con padres y entrenadores en el deporte infantil y juvenil. *Rev Psicol Dep*, 2003a; 12, 67-79.
- Gimeno F. *Entrenando a padres y madres. Claves para una gestión eficaz de la relación con los padres y madres de jóvenes deportistas -guía de habilidades sociales para el entrenador-*. Zaragoza, Mira Editores: Gobierno de Aragón. 2003b.
- Goldberg JP, Bayley SM, Dallal GE, et al. Current and ideal physique choices in exercising collage women from a pilot Athletic Image Scale. *Percept Motor Skills*, 1996; 81, 831-848.
- González-Boto R, Molinero O, Márquez S. Propiedades psicométricas de la versión española del cuestionario de estrés-recuperación (RESTQ-76 SPORT). En: Mora JA, Chapado F (eds.). *Panorama de la Psicología del Deporte en España*. Málaga, Instituto Andaluz del Deporte. 2005a: pp 757-770.
- González-Boto R, Salguero A, De Andrade A, et al. Fiabilidad de la versión española del cuestionario de estrés-recuperación RESTQ-76. *Sport Archiv Med Dep*: XXII, 469, 2005b.
- González-Boto R, Salguero A, Tuero C, et al. Spanish adaptation and analysis by structural equation modeling of an instrument for monitoring overtraining: The Stress-Recovery Questionnaire (RESTQ-Sport). *Soc Behav Personal*, 2008; 36, 635-650.
- Gordon E, Golanty E, Brown KM. *Health and Wellness*. Sudbury MA, Jones and Bartlett Publishers. 1999.
- Gould D, Dieffenbach K. Overtraining, underrecovery and burnout in sport. En: Kellmann M (ed.). *Enhancing recovery. Preventing underperformance in athletes*. Champaign IL, Human Kinetics. 2002: pp 25-35.
- Gould D, Weiss M. *Advances in paediatric sports science: II behavioural issues*. Champaign IL, Human Kinetics. 1987.
- Grant T. *Physical activity and mental health: National consensus statement and guidelines for practice*. London, Health Education Authority. 2000.
- Gross JD. Hardiness and mood disturbances in swimmers while overtraining. *J Sport Exerc Psychol*, 1994; 16, 135-149.
- Grosser M, Brüggemann P, Zintl F. *Alto rendimiento deportivo. Planificación y desarrollo*. Barcelona, Martínez-Roca. 1989.
- Gutiérrez J. Análisis de señales en el neuromoritoreo. *Rev Mexic de Ingen Biomed*, 2001; 22, 67-77.
- Hahn DB, Payne WA. *Focus on health*. Boston, WCB/McGraw-Hill. 1999.
- Hales R, Travis TW. Exercise as a treatment option for anxiety and depressive disorders. *Military Med*, 1987; 152, 299-302.
- Hanin YL. Individual zones of optimal functioning (IZOF) model. En: Hanin YL (ed.). *Emotions in Sport*. Champaign IL, Human Kinetics. 2000: pp 65-89.
- Hannaford CP, Harrell EH, Cox K. Psychophysiological effects of a running program on depression and anxiety in a psychiatric population. *Psychol Record*, 1988; 38, 37-48.
- Hanson SJ, McCullagh P, Tonymon P. The relationship of personality characteristics, life stress, and coping resources to athletic injury. *J Sport Exerc Psychol*, 1992; 14, 262-272.
- Hardy CJ, Crace RK. Dealing with injury. *Sport Psychol Training Bull*, 1990; 1, 1-8.
- Hardy CJ, Richman JM, Rosenfeld LB. The role of social support in the life stress/injury relationship. *Sport Psychol*, 1991; 5, 128-139.
- Härmä M. Ageing, physical fitness and shiftwork tolerance. *Appl Ergon*, 1996; 27, 25-29.
- Harre D. *Teoría del entrenamiento deportivo*. Buenos Aires, Stadium, 1987.
- Hart EA, Leary MR, Rejerski WJ. The measurement of social physique anxiety. *J Sport Exerc Psychol*, 1989; 11, 94-104.
- Hattie JA. *Self-concept*. New Jersey, Laurence Erlbaum. 1992.
- Hausenblas HA, Fallon EA. Relationship among body image, exercise behavior and dependence symptoms. *Int J Eating Disord*, 2002; 32, 179-185.
- Hawley CJ, Schoene RB. Overtraining syndrome: A guide to diagnosis, treatment and prevention. *Physician Sportmed*, 2003; 31, 25-31.
- Heather A, Andrea LD, Martinsen EW. Depression and exercise. *Intern J Sport Psychol*, 2000; 31, 110-135.
- Hedegüs J. *Teoría general y especial del entrenamiento deportivo*. Buenos Aires, Stadium. 1981.
- Helan LA, Davie J, Urdin L. *Critical care nursing: Diagnosis and management*. St Louis MO, Mosby; 129, 1994.

- Henschen KP. Cansancio y Agotamiento deportivos: Diagnóstico, prevención y tratamiento. En: Williams JM, (coord.). *Psicología aplicada al deporte*. Madrid, Biblioteca Nueva. 1991; pp 471-492.
- Henschen KP. Maladaptative fatigue syndrome and emotions in sport. En: Hanin, Y L (ed.). *Emotions in Sport*. Champaign IL, Human Kinetics. 2000; pp 231-242.
- Herdman M, Baró E. La medición de la calidad de vida: Fundamentos teóricos. En: Badía, X, Podzamczar D, (coords.). *Calidad de vida asociada a la salud e infección por el VIH*. Madrid, Jarpyo Editores. 2000; pp 19-33.
- Hobson JA, Pace-Schott E, Stickgold R. Dreaming and the brain: Towards a cognitive neuroscience o conscious status. *Behav Brain Sci*, 2000; 23, 6, 793-842.
- Hoddes E, Zarcone V, Smythe H, et al. Quantification of sleepiness: A new approach. *Psychophysiol*, 1973; 10, 431-436.
- Hoffmann P. The endorphin hypothesis. En: Morgan WP (ed.). *Physical activity and mental health*. Washington DC, Taylor & Francis. 1997; pp 163-177.
- Hogan PI, Santomier JP. Effect of mastering swimming skills on older adults' self-efficacy. *Res Quart Exerc Sport*, 1984; 55, 294-296.
- Hollander DB, Mayers MC. Psychological factors associated with overtraining: Implications for youth sport coaches. *J Sport Behav*, 1995; 18, 3-18.
- Holmes TH. Psychological screening in football injuries. En: *Paper presented at a workshop Sponsored by Subcommittee on Athletic Injuries, Committee on the Skeletal System, Division of Medical Sciences, National Research Council*, 1969. Washington DC, National Academy of Sciences. 1970; pp 211-214.
- Hooper SL, Mackinnon LT, Howard A, et al. Markers for monitoring overtraining and recovery. *Med Sci Sports Exerc*, 1995; 27, 106-112.
- Horne JA. The effects of exercise upon sleep: A critical review. *Biol Psychol*, 1981; 12, 241-290.
- Howley HT, Franks BD. *Manual del técnico en salud y fitness*. Paidotribo, Barcelona. 1995.
- Hughes JR. Psychological effects of habitual aerobic exercise: A critical review. *Prevent Med*, 1984; 13, 66-78.
- Hui-Ling L, Good M. Music improves sleep quality in older adults. *J Adv Nurs*, 2005; 49, 234-244.
- Hunt SM, McKenna SP, McEwen J, et al. The Nottingham Health Profile: Subjective health status and medical consultations. *Soc Sci Med*, 1981; 15A, 221-229.
- Ievleva L, Orlick T. Mental links to enhanced healing: An exploratory study. *Sport Psychol*, 1991; 5, 25-40.
- Irvin RF. Relationship between personality and the incidence of injuries to high school football participants. *Dissertation Abstracts International*, 1975; 36, 4328-A.
- Ito Y, Tamakoshi A, Yamaki K, et al. Sleep disturbance and its correlates among elderly Japanese. *Arch Gerontol Geriatr*, 2000; 30, 85-100.
- Jackson DW, Jarrett H, Bailey D, et al. Injury prediction in the young athlete: A preliminary report. *Am J Sports Med*, 1978; 6, 6-12.
- Jacobs D, Ainsworth B, Hartman T, et al. A simultaneous evaluation of 10 commonly used physical activity questionnaires. *Med Sci Sport Exerc*, 1993; 25, 81-91.
- Jeukendrup AE, Hesselink MK, Snyder AC. Physiological changes in male competitive cyclist after two weeks of intensified training. *Interl J Sports Med*, 1992; 13, 534-541.
- Johns MW. A new method for measuring daytime sleepiness; the Epworth Sleepiness Scale. *Sleep*, 1991; 14, 540-545.
- Johon D, MacArthur CT. Self-Estimm. Research Network on Socioeconomic Status and Health, 2004. En: <http://www.macses.ucsf.edu/Research/Psychosocial/notebook/self-esteem.html>. (Consulta: 31/05/06).
- Jurimae J, Jurimae T, Maestu J, et al. *The influence of short term overreaching to psychological parameters*. Kehakultuuriteaduskonna teadus – ja oppemetoodiliste toode kogumik, 2001; 9, 78-83.
- Jurimae J, Maestu J, Purge P, et al. Changes in stress and recovery after heavy training in rowers. *J Sci Med Sport*, 2004; 7, 334-339.
- Kallus KW, Kellmann M. Burnout in athletes and coaches. En: Hanin YL (ed.). *Emotions in Sport*. Champaign IL, Human Kinetics. 2000; pp 209-230.
- Kandell EA. new intellectual framework for psychiatry. *Amer J Psychiat*, 1998; 155, 457-469.
- Kaplan HI, Sadock BJ. *Compendio de Psiquiatría*. Barcelona, Masson. 1994.
- Kaplan RM, Atkins CJ, Reinsch S. Specific efficacy expectations mediate exercise compliance in patients with COPD. *Health Psychol*, 1984; 3, 223-242.
- Kareszty A. Overtraining. En: Larson L (ed.). *Encyclopedia of Sport Sciences and Medicine*. New York, MacMillan. 1971; pp 221-222.
- Kelley HH. Love and commitment. En: Kelley HH, Berscheid E, Christensen A, Harvey JH, Huston TL, Levinger G, McClintock E, Peplau LA, Peterson DR (eds.). *Close relationships*. New York WH, Freeman. 1983; pp 265-311.
- Kellmann M. *Die abbildung beanspruchungszustands durch den erholungs-/belastungs-fragebogen: Untersuchungen zur leistungsprädiktion im sport*. (Unpublished diploma thesis). Würzburg: Julius-Maximilians-Universität, 1991.
- Kellmann M. Underrecovery and overtraining: Different concepts-similar impact? En: Kellmann M (ed.). *Enhancing recovery: Preventing underperformance in athletes*. Champaign IL, Human Kinetics. 2002; pp 3-24.
- Kellmann M. Underrecovery and Overtraining: Different Concepts-Similar Impact? *Olympic Coach*, 2003; 15, 4-7.
- Kellmann M. Importancia de los procesos de recuperación en el deporte. En: Mora JA, Chapado F (eds.). *Panorama de la Psicología del Deporte en España*. Málaga, Instituto Andaluz del Deporte. 2005; pp 81-88.
- Kellmann M, Günther KD. Changes in stress and recovery in elite rowers during preparation for the Olympic Games. *Med Sci Sport Exerc*, 2000; 32, 676-683.
- Kellmann M, Kallus KW. Mood, recovery-stress state, and regeneration. En: Lehmannm M, Foster C, Gastmann U, Keizer H, Steinacker JM (eds.). *Overload, fatigue, performance incompetence, and regeneration in sport*. New York, Plenum. 1999; pp 101-117.
- Kellmann M, Kallus KW. *Erholungs-Belastungsfragebogen für Sportler. Manual*. Frankfurt, Swets and Zeitlinger. 2000.
- Kellmann M, Kallus KW. *Recovery-Stress Questionnaire for Athletes. User Manual*. Champaign IL, Human Kinetics. 2001.
- Kelly BC. A model of stress and burnout in collegiate coaches: Effects of gender and time of season. *Res Quart Exerc Sport*, 1994; 65, 48-58.
- Kenttä G, Hassmén P. Overtraining and recovery: A conceptual model. *Sports Med*, 1998; 26, 1-16.

- Kenttä G, Hassmén P. Underrecovery and Overtraining. A conceptual model. En: Kellmann M (eds.). *Enhancing recovery: Preventing underperformance in athletes*. Champaign IL, Human Kinetics. 2002; pp 57-79.
- Kerr G, Minden H. Psychological factors related to the occurrence of athletic injuries. *J Sport Exerc Psychol*, 1988; 10, 167-173.
- Kessler RC, McGonagle KA, Zhao S, et al. Lifetime and 12-month prevalence of DSM-III-R psychiatric disorders in the United States: Results from the National Comorbidity Survey. *Arch General Psychiat*, 1994; 51, 8-19.
- Klein MH, Greist JH, Gurman, AS, et al. A comparative outcome study of group psychotherapy vs exercise treatment for depression. *Intern J Mental Health*, 1985; 13, 148-177.
- Knapen J, Van de Vliet P, Van Coppenolle H, et al. Comparison of changes in physical self-concept, global auto-esteem, depression and anxiety following two different psychomotor therapy programs in nonpsychotic psychiatric inpatients. *Psychoter Psychosom*, 2005; 74, 353-361.
- Kobasa SC. Stressful life events, personality and health: An inquiry into hardiness. *J Pers Soc Psychol*, 1979; 37, 1-11.
- Kraus JF, Conroy C. Mortality and morbidity from injuries in sports and recreation. *Ann Rev Public Health*, 1984; 5, 161-192.
- Krause N, Goldenhar L, Liaang J, et al. Stress and exercise among the Japanese elderly. *Social Sci and Med*, 1993; 36, 1429-1441.
- Kubitz KA. The effects of acute and chronic exercise on sleep: A meta-analytic review. *Sports Med*, 1996; 21, 277-291.
- Kuipers H, Keizer HA. Overtraining in elite athletes. Review and directions for the future. *Sports Medic*, 1988; 6, 79-92.
- Kuipers H. How much is too much? Performance aspects of overtraining. *Res Quart Exerc Sport*, 1996; 67, S65-S69.
- Kuipers H. Training and overtraining: An introduction. *Med Sci Sports Exerc*, 1998; 30, 1137-1139.
- Kushida CA, Chang A, Gadkary C, et al. Comparison of actigraphic, polysomnographic, and subjective assessment of sleep parameters in sleep-disordered patients. *Sleep Med*, 2001; 2, 389-396.
- Lack L, Patrick S. The 40 hour constant routine/half-hourly MSLT protocol: An attempt to unmask the "post-lunch dip" in the circadian system. *Sleep Res Online*, 1999; (2 Supl 1), 614.
- Larson R. Thirty years of research on the subjective well-being of older Americans. *J Gerontol*, 1978; 33, 109-125.
- Lawlor DA, Hopker SW. The effectiveness of exercise as an intervention in the management of depression: Systematic review and meta-regression analyses of randomised controlled trials. *British Med*, 2001; 322, 763-766.
- Lawrence R. Aspectos psicológicos del ejercicio. En: Bove A, Lowenthal D (eds.). *Medicina del ejercicio*. Buenos Aires, Ateneo. 1987.
- Lawton MP. Quality of life at the end of the Life. En: *Handbook of the Psychology of Aging*. New York, Academic Press. 2001.
- Layman EM. Contributions of exercise and sports to mental health and social adjustment. En: Gurman AZ, Razin AM (eds.). *Effective psychotherapy: A handbook of research*. New York, Pergamon Press. 1960.
- Lazarus RS, Folkman S. *Stress, appraisal, and coping*. Nueva York, Springer. 1984.
- Legros P, Bosquet L, Léger L. Sobreentrenamiento: Evaluación de investigaciones y perspectivas. En: Manidi MJ, Daffon- Arvanitou I, (coords.). *Actividad física y salud. Aportaciones de las ciencias humanas y sociales. Educación para la salud a través de la actividad física*. Barcelona, Masson. 2002; pp 131-146.
- Lehman AF. Measures of quality of life among persons with severe and persistent mental disorders. *Soc Psychiat Epidemiol*, 1996; 31, 78-88.
- Lehman AF, Ward NC, Linn LS. Chronic mental patients with severe and persistent quality of life issue. *American J Psychiat*, 1982; 139, 1271-1276.
- Lehmann M, Foster C, Gastmann U, et al. Definition, types, symptoms, findings, underlying mechanisms, and frequency of overtraining and overreaching syndrome. En: Lehmann M, Foster C, Gastmann U, Keizer H, Steinacker JM (eds.). *Overload, fatigue, performance incompetence, and regeneration in sport*. New York, Plenum. 1999; pp 1-5.
- Lehmann M, Foster C, Keul J. Overtraining in endurance athletes: A brief review. *Med Sci Sports Exerc*, 1993; 25, 854-862.
- Lehmann M, Lormes W, Opitz-Gress A, et al. Training and overtraining: An overview and experimental results in endurance sports. *J Sports Med*, 1997; 37, 7-17.
- Lemoine P, Nicolas A, Faivre T. Sueño y envejecimiento. *Presse méd*, 2001; 30, 417-424.
- Lenart EB, Goldberg JP, Bailey SM, et al. Current and ideal physique choices in exercising college women from a pilot Athletic Image Scale. *Percept Motor Skills*, 1995; 81, 831-848.
- Little J. Neurotic illness in fitness fanatics. *Psychiat Ann*, 1979; 9, 55-56.
- Lizan L, Reig A, Richard M, et al. Evaluación de la calidad de vida relacionada con la salud mediante las láminas Coop-Wonca. *Med Clin*, 2000; 114, 76-80.
- López Moñarro PA. Prevalencia de mitos o creencias erróneas acerca de conceptos relacionados con la medicina de la Educación Física. Análisis conceptual. *Lecturas. Ed Fis. Dep*, 19. En: <http://www.efdeportes.com/efd19/mitos1.htm> (Consulta: 13/03/2006).
- Lorenzo-Calvo A. Hacia un nuevo enfoque del concepto de talento deportivo. *Rev Entren Dep*, 2001; 15, 2, 27-33.
- Lysens R, Auweele YV, Ostyn M. The relationship between psychosocial factors and sports injuries. *J Sport Med Phys Fitness*, 1986; 26, 77-84.
- Maestu J, Jurimae J, Jurimae T. Marker psicológico e bioquímico di stress da pesante allenamento in canottieri molto allenati. *Med Dello sport*, 2003. 56, 95-101.
- Maltby J, Day L. The relationship between exercise motives and psychological well-being. *J Psychol*, 2001; 135, 651-660.
- Manno R. *Fundamentos del entrenamiento deportivo*. Barcelona, Paidotribo. 1991.
- Marcos Becerro JF. *Salud y deporte para todos*. Madrid, Eudems. 1989.
- Marcos Becerro JF. *Ejercicio, forma física y salud. Fuerza, resistencia y flexibilidad*. Madrid, Eurobook. 1994.
- Markland D, Ingledew DK. The measurement of exercise motives: Factorial validity and invariance across gender of a revised exercise motivations inventory. *British J Health Psychol*. 1997; 2, 361-376.
- Markus H, Wurf E. The dynamic self-concept: A social psychological perspective. *Ann Rev Psychol*, 1987; 38, 299-337.
- Márquez S. Adaptación española de los cuestionarios de antecedentes, manifestaciones y consecuencias de la ansiedad ante la competición deportiva. Estructura factorial. *Rev Psicología Dep*, 1992; 2, 25-40.

- Márquez S, Rodríguez Ordax J, De Abajo Olea S. Sedentarismo y salud: Efectos beneficiosos de la actividad física. *Apunts Ed Fis Dep*, 2006; 83, 12-24.
- Marsh HW. The measurement of physical self-concept: A construct validation approach. En: Fox KR (eds.). *The physical self: From motivation to well-being*. Champaign IL, Human Kinetics. 1997: pp 27-58.
- Martens R, Vealey RS, Burton D. *Competitive Anxiety in Sport*. Champaign IL, Human Kinetics. 1990.
- Martin JJ, Kelly B, Eklund RC. A model of stress and burnout in male high school athletic directors. *J Sport and Exerc Psychol*, 1999; 21, 280-294.
- Martínez R, Turo C, Márquez S. La motivación para la práctica en la iniciación al fútbol: Influencia de la edad/categoría competitiva, el tiempo de entrenamiento y la relación con el entrenador. *Apunts Ed Fis Dep*, 2008; 93, 46-54.
- Martinsen EW. Physical fitness, anxiety and depression. *British J Hospital Med*, 1990; 43, 194-199.
- Martinsen EW. The role of aerobic exercise in the treatment of depression. *Stress Med*, 1987; 3, 93-100.
- Martinsen EW. Physical activity and depression: Clinical experience. *Acta Psychiatr Scand*, 1994; 377, 23-27.
- Martinsen EW, Medhus A, Sándwich L. Effects of aerobic exercise on depression: A controlled study. *British Med J*, 1985; 291, 109.
- Martinsen EW, Medhus, A. Adherence to exercise and patients' evaluation of physical exercise in a comprehensive treatment programme for depression. *Nordic J Psychiat*, 1989; 43, 411-415.
- Maslach C, Jackson SE. MBI: Maslach Burnout Inventory. California, Manual. *Consulting Psychologists Press*. 1981.
- Matveiev L. *El proceso del entrenamiento deportivo*. Buenos Aires, Stadium. 1977.
- Matveiev L. *Teoría general del entrenamiento deportivo*. Barcelona, Paidotribo. 2001.
- Mausner JS, Kramer S. *Epidemiology: An introductory text*. Philadelphia, Saunders. 1985.
- May JR, Veach TL, Reed MW, et al. A psychological study of health, injury and performance in athletes on the US. Alpine ski team. *Phys Sports Med*, 1985; 13, 111-115.
- McAuley E, Blissmer B, Katula J, et al. Physical activity, self-esteem and self-efficacy relationships in older adults: A randomized controlled trial. *Ann Behav Med*, 2000; 22, 131-139.
- McDonald SA, Hardy CJ. Affective response patterns of the injured athlete: An exploratory analysis. *Sport Psychol*, 1990; 4, 261-274.
- McNeil JK, LeBlanc EM, Joyner M. The effect of exercise on depressive symptoms in the moderately depressed elderly. *Psychol Aging*, 1991; 6, 487-488.
- Meehan H. *Overtraining syndrome*. Sports Injury Bulletin. En: <http://www.sportsinjurybulletin.com/archive/overtraining-causes.html>. (Consulta: 11/06/04).
- Meichembaum D, Goodman J. Training impulsive children to talk to themselves. A means of developing self-control. *J Abnorm Psychol*, 1971; 77, 115-126.
- Meléndez A. *Actividades físicas para mayores. Las razones para hacer ejercicio*. Madrid, Gymnos. 2000.
- Meyers AW, Schleser RA. A cognitive behavioural intervention for improving basketball performance. *J Sport Psychol*, 1980; 2, 69-73.
- Michel G, Purper-Ouakil D, Leheuzey MF, et al. Pratiques sportives et corrélats psychopathologiques chez l'enfant et l'adolescent. *Neuropsych. Enfance de Adolesc*, 2003; 53, 179-185.
- Miles L, Guilleminault C, Zarcone V, et al. *Questionnaire and Assessment of Wakefulness*. Stanford University Sleep Disorders Clinic. 1979.
- Molinero O, Salguero A, Tabernero B, Márquez S. Abandono deportivo: Propuestas para la intervención práctica en edades tempranas. *Lecturas Ed Fis Dep*, 2005; 90. En: <http://www.efdeportes.com/efd90/abandono.htm> (Consulta: 20/03/2006).
- Morgan WP, Brown, DR, Raglin JS, et al. Psychological monitoring of overtraining and staleness. *British J Sport Med*, 1987; 21, 107-114.
- Morgan WP, Roberts JA, Brand FR, et al. Psychological effect of chronic physical activity. *Med Sci Sports Exerc*, 1970; 2, 213-217.
- Morgan WP. Physical fitness and emotional health: A review. *Am Corrective Ther J*, 1969; 23, 124-127.
- Morris AF. (2002). Disturbios del dormir en deportistas. Educación Física y Deportes, 44. En: <http://www.efdeportes.com/edf44/dormir/htm> (Consulta: 16/05/06).
- Moses J, Steptoe A, Mathews A, et al. The effects of exercise training on mental well-being in the normal population: A controlled trial. *J Psychosom Res*, 1989; 33, 47-61.
- Mutrie M. Healthy body, healthy mind? *Psychologist*, 2002; 15, 412-413.
- Nagel K, Jones K. Sociological factors in the development of eating disorders. *Adolescence*, 1992; 27, 107-113.
- Navarro F, Rivas A. *Planificación y control del entrenamiento en natación*. Madrid, Gymnos. 2001.
- Nichols JG. Lo general y lo específico en el desarrollo y expresión de la motivación de logro. En: Roberts GC (ed.). *Motivación en el deporte y el ejercicio*. Barcelona, Desclée de Brouwer. 1995: pp 57-84.
- Nieman DC. *Fitness and sport medicine. An introduction*. California, Bull Publishing Company. 1990.
- North TC, McCullaugh P, Tran ZV. Effect of exercise on depression. En: Pandolf KP, Holloszy JO (eds.). *Exercise and Sport Science Reviews*. Baltimore, Williams and Wilkins. 1990: pp 379-415.
- Novack KM. Initial development of an inventory to assess stress and health risk. *Am J Health Promot*, 1990; 4, 173-180.
- O'Connor PJ. Overtraining and staleness. En: Morgan WP (eds.). *Physical activity and mental health*. Washington, Taylor y Francis. 1998: pp 145-160.
- O'Connor PJ, Aenchenbacher LE y Dishman RK. Physical activity and depression in the elderly. *J Aging Physical Activity*, 1993; 1, 34-58.
- O'Connor PJ, Youngstedt SD. Influence of exercise on human sleep. *Exerc Sport Sci Rev*, 1995; 23, 105-134.
- O'Neal HA, Dunn AL, Martinsen EW. Depression and exercise. *Intern J Sport Psychol*, 2000; 32, 133-135.
- Oishi S. Goals as cornerstones of subjective well-being: Linking individuals and cultures. En: Diener E, Suh EM (eds.). *Culture and Subjective Well-being*. Cambridge, MIT Press. 2000: pp 87-112.
- Okun MA, Stock, WA. Correlates and Components of Subjective Well-Being among the Elderly. *J Appl gerontol*, 1987; 6, 95-112.
- Olmedilla A. *Factores psicológicos y lesiones en futbolistas: Un estudio correlacional*. Murcia, Universidad Católica San Antonio. Quaderna Editorial. 2005.

- Pablos C, Huertas F. Entrenamiento integrado: Justificación de las propuestas de entrenamiento y evaluación de rendimiento anaeróbico en el fútbol. *Rev Entren Dep*, 2000; 14, 5-15.
- Paffenbarger RS, Lee IM, Leung R. Physical activity and personal characteristics associated with depression and suicide in American college men. *Acta Psychiatr Scand*, 1994; Supl 377, 16-22.
- Pajares F, Miller MD. The role of self-efficacy and self-concept beliefs in mathematical problem-solving: A path analysis. *J Educat Psychol*, 1994; 86, 193-203.
- Paluska SA, Schwenk TL. Physical activity and mental health. *Sports Med*, 2000; 29, 167-180.
- Pandierna C, Fernández C, Gonzalez A. Calidad de vida en pacientes oncológicos terminales medida con el QL-CA-AFEX. *Psicothema*, 2002; 14, 1-8.
- Passer M. Competitor trait anxiety in children and adolescent. En: Silva J y Weinberg R (eds.). *Psychological foundations of sports*. Champaign IL, Human Kinetics. 1984: pp 130-144.
- Pastor Y, Balaguer I, García-Mérita ML. Influence of multidimensional self-concept on health related lifestyle. *Int J Psychol*, 1999; 35, 169.
- Pecci Saavedra G. Riesgos de la actividad física en la Tercera Edad, 2004. En: <http://www.deportsalud.com/saludtema85.htm> (Consulta: 18/03/2006).
- Pedersen BK, Ullum H. NK cells response to physical activity: Possible mechanisms of action. *Med Sci Sports Exerc*, 1994; 26, 140-146.
- Peterson A. Overtraining: Proposition for debate. Curtin University of Technology. School of Physiotherapy. En: <http://physiotherapy.curtin.edu.au/resources/educational-resources/exphys/00/overtraining.cfm>. (Consulta: 16/02/2006).
- Penedo FJ, Dahn JR. Exercise and well-being: A review of mental and physical health benefits associated with physical activity. *Curr Opin Psychiatry*, 2005; 18, 189-193.
- Peterson L, Renström P. *Lesiones deportivas: Prevención y tratamiento*. Barcelona, Jims. 1988.
- Petrie TA. Coping skills, competitive trait anxiety, and playing status: Moderating effects on the life stress-injury relationship. *J Sport Exerc Psychol*, 1993a; 15, 261-274.
- Petrie TA. The moderating effects of social support and playing status on the life stress-injury relationship. *J Appl Sport Psychol*, 1993b; 5, 1-16.
- Pichot V, Busso T, Roche F, et al. Autonomic adaptations to intensive and overload training periods: A laboratory study. *Med Sci Sports Exerc*, 2002; 34, 1660-1666.
- Polivy J. Physical activity, fitness and compulsive behaviours. En: Bouchard C, Shepard R, Stephens T (eds.). *Physical activity fitness and health*. Champaign IL, Human Kinetics. 1994: pp 883-897.
- Pollock M, Gaesser G, Butcher J, et al. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, flexibility in healthy adults. *Med Sci Sport Exerc*, 1998; 30, 975-991.
- Porter JM, Horne JA. Exercise and sleep behavior: A questionnaire approach. *Ergonomics*, 1981; 24, 511-521.
- Prange AJ. The pharmacology and biochemistry of depression. *Dis Nervous System*, 1964; 25, 217-221.
- Raglin JS, Morgan WP. Development of a scale for use in monitoring training-induced distress in athletes. *Intern J of Sports Med*, 1994; 15, 84-88.
- Raglin JS, Wilson GS. Overtraining in athletes. En: Hanin YL, (ed.). *Emotions in Sport*. Champaign IL, Human Kinetics. 2000: pp 191-207.
- Rajala U, Uusimaki A, Keinanen S, et al. Prevalence of depression in a 55-year-old Finnish population. *Soc Psychiat Epidemiol*, 1994; 29, 126-130.
- Real Academia de Lengua Española. *Diccionario RAE 22º Edición*. Madrid, Espasa. 2001.
- Reig A. Quality of life. En: Fernández-Ballesteros, R (ed.). *Encyclopedia of Psychological Assessment*. London, Sage: pp 800-805, 2003.
- Rejeski W, Mihalko's SL. Physical activity and quality of life in older adults. *J Gerontol A*, 2001; 56, 23-35.
- Reuter JM, Short SE. The relationships among three components of perceived risk of injury, previous injuries and gender in non-contact/limited contact sport athletes. *Athletic Insight*, 2005; 7. En: <http://www.athleticinsight.com>. (Consulta: 209/2006).
- Roach GD. The circadian disruption and adaptation associated with night work and transmeridian flight. [Tesis Doctoral]. University of South Australia. Centre of Applied Behavioral Science; 2002.
- Robson PJ. Elucidating the unexplained underperformance syndrome in endurance athletes. The Interleukin-6 Hypothesis. *Sports Med*, 2003; 33, 771-781.
- Roehrs T, Timms V, Zwyghuizen-Doorenbos A, et al. Polysomnography, performance and personality differences of sleepy and alert normals. *Sleep*, 1990; 13, 395-402.
- Rosen A, Hadzi-Pavlovic D, Parker G. The life skills profile: A measure assessing function and disability in schizophrenia. *Schizophrenia Bull*, 1989; 15, 325-37.
- Rotter J. Generalized expectancies for internal versus external control of reinforcement. *Psychol Monographs*, 1966; 12, 806-820.
- Rotter J. Some problems and misconceptions related to the construct for internal versus external control of reinforcement. *J Consult Clin Psychol*, 1975; 43, 56-67.
- Ruiz MA, Baca E. Design and validation of the "Quality Life Questionnaire": A generic health related perceived quality of life instrument. *Eur J Psychol Assess*, 1993; 9, 19-32.
- Ryan RM, Deci, EL. Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development and well-being. *Am Psychol*, 2000; 55, 68-78.
- Ryff CD. In the eye of the beholder: Views of psychological well-being among middle-aged and older adults. *Psychol Aging*, 1989; 4, 195-210.
- Ryff CD, Kelles LM. The structure of psychological well-being revisited. *J Personal Social Psychol*, 1995; 69, 719-727.
- Sachs ML, Pargman D. On the trail of the runner's high. Annual Convention of the American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance, AAPERD, 1980.
- Sachs ML. The runner's high. En: Sachs M, Sachs M (eds.). *Running as therapy*. Lincoln, University of Nebraska Press. 1984.
- Sadeh A. Cognitive-behavioural treatment for childhood sleep disorders. *Clin Psychol Rev*, 2005; 25, 612-628.
- Salguero A, Molinero O, Márquez S. Relación entre sueño y ejercicio físico en niños y adolescentes. *Rev Entrenam Dep*, 2007; 21, 11-18.
- Salselas V, González-Boto R, Tuero C, et al. The relationship of sources of motivation to level of practice in young Portuguese swimmers. *J Sports Med Phys Fitness*, 2007; 47, 228-233.
- Sánchez Bañuelos F. *La actividad física orientada hacia la salud*. Madrid, Biblioteca Nueva. 1996.

- Sánchez Pinilla RO. *Medicina del ejercicio físico y del deporte para la atención a la salud*. Madrid, Díaz de Santos. 1992.
- Sandín B, Chorot P. Estrés y ansiedad. Validez diagnóstica de la ansiedad en relación con los acontecimientos vitales estresantes, formas de afrontamiento y síntomas físicos. *Psiquis*, 1993; 14, 48-54.
- Sandín B. El síndrome de fatiga crónica: Características psicológicas y terapia cognitivo-conductual. *Rev Psicopatol Psicol Clin*, 2005; 10, 85-94.
- Sandström A, Nyström I, Lundberg M, et al. Impaired cognitive performance in patients with chronic burnout syndrome. *Biol Psychol*, 2005; 69, 271-279.
- Santed MA, Sandin B, Chorot P. Cuestionario de estrés diario (CED). Validez de constructo y el problema de la confusión de medidas. *Boletín Psicol*, 1996; 51, 45-70.
- Satori J, Tschien P. La evolución de la teoría del entrenamiento. *Rev Entren Deport*, 1988; 2, 2-12.
- Savis SJ, Elliot JE, Gansneder B, et al. A subjective means of assessing college athletes' sleep a modification of the morningness/eveningness questionnaire. *Int J Sport Psychol*, 1997; 5, 157-171.
- Savis SJ. Sleep and athletic performance: Overview and implications for sport psychology. *Sport Psychol*, 1994; 8, 111-125.
- Scanlan T. Competitive stress and the child athlete. En: Silva J, Weinberg R (eds.). *Psychological foundations of sports*. Champaign IL, Human Kinetics. 1984.
- Schmidt GW, Stein GL. Sport commitment: A model integrating enjoyment, dropout, and burnout. *J Sport Exerc Psychol*, 1991; 13, 254-265.
- Schultz JH. *El entrenamiento autógeno*. Barcelona, Científico Médica. 1959.
- Scott J, McNaughton LR, Polman R. Effects of sleep deprivation and exercise on cognitive, motor performance and mood. *Psychol Behav*, 2006; 87, 396-408.
- Scully D, Kremer J, Meade MM, et al. Physical exercise and psychological well-being: A critical review. *British J Sports Med*, 1998; 32, 11-20.
- Seggar JF, McCammon, Canon LD. Relations between physical activity, body cathesis, and psychological well-being in college women. *Percept Motor Skills*, 1988; 67, 659-669.
- Shalveson RJ, Hubner JJ, Stanton GC. Self-concept: Validation of construct interpretations. *Rev Educat Res*, 1976; 46, 407-441.
- Shank PA. Anatomy of burnout. *Parks Recreat*, 1983; 17, 52-58.
- Shapiro CM, Catterall J, Warren P, et al. Lean body mass and non-rapid eye movement sleep. *Br Med J*, 1987; 294, 22.
- Shepard R. Physical activity fitness and health: The current consensus. *Quest*, 1995; 47, 288-303.
- Sidney KH, Shephard RJ. Attitudes toward health and physical activity in the elderly: Effects of a physical training program. *Med Science Sport*, 1976; 8, 246-252.
- Siegrist J, Broer M, Junge A. *Profile der Lebensqualität Chronischkranker (PLC)*. Göttingen, Hogrefe-Verlag GmbH y Co KG. 1996.
- Sime WE. Psychological benefits of exercise training in the healthy individual. En: Matarazzo JD, Weiss SM, Herd JA, Miller WE, Weiss SM (eds.). *Behavioral health: A handbook of health enhancement and disease prevention*. New York, Wiley. 1984: pp 488-508.
- Singh NA, Clements KM, y Fiatarone MA. Arandomized controlled trial of the effect of exercise on sleep. *Sleep*, 1997; 20, 95-101.
- Smith T. *Guía completa de la Salud Familiar*. Barcelona, Plante. 1990.
- Smith DJ. A framework for understanding the training process leading to elite performance. *Sports Med*, 2003a; 33, 1103-1126.
- Smith LL. Overtraining, excessive exercise, and altered immunity. Is this a T Helper-1 versus T Helper-2 lymphocyte response? *Sports Med*, 2003b; 33, 347-364.
- Smith RE, Smoll F, Ptacek JT. Conjunctive moderator variable and resiliency research: Life stress, social support and coping resources, and adolescent sport injuries. *J Person Soc Psychol*, 1990; 58, 360-370.
- Smith RE. Toward a cognitive-affective model of athletic burnout. *J Sport Psychol*, 1986; 8, 36-50.
- Somstroen RJ. Exercise and self-esteem. *Exerc Sport Sci Rev*, 1984; 12, 123-155.
- Sonstroem RJ, Harlow LL, Josephs L. Exercise and self-esteem: Validity of model expansion and exercise associations. *J Sport Exerc Psychol*, 1994; 16, 29-42.
- Sonstroem RJ, Morgan WP. Exercise and self-esteem: Rationale and model. *Med Sci Sport Exerc*, 1989; 21, 329-337.
- Soto M, Failde I. La calidad de vida relacionada con la salud como medida de resultados en pacientes con cardiopatía isquémica. *Rev Soc Española Dolor*, 2004; 11, 505-514.
- Spielberger CD. *Anxiety and behaviour*. New York, Academic Press. 1966.
- Spielberger CD, Gorsuch R, Lushine R. *The state-trait anxiety inventory*. Madrid, TEA, Palo Alto, CA: Psychologist Press (versión en castellano). 1970.
- Spink KS. Relation of anxiety about social physique to location of participation in physical activity. *Percept Motor Skills*, 1992; 74, 1075-1078.
- Spiriduso WW. *Physical dimensions of aging*. Champaign IL, Human Kinetics. 1995.
- Stacey C, Kozma S, Stones MJ. Simple cognitive and behavioral changes resulting from improved physical fitness in persons over 50 years of age. *Canadian J Aging*, 1985; 4, 67-74.
- Steinacker JM, Lehmann M. Clinical findings and mechanisms of stress and recovery in athletes. En: Kellmann M, ed. *Enhancing recovery. Preventing underperformance in athletes*. Champaign IL, Human Kinetics. 2002: pp 103-118.
- Stephens T. Physical activity and mental health in the United States of Canada: Evidence from four population surveys. *Prevent Med*, 1988; 17, 35-47.
- Stuifbergen AK, Seraphine A, Roberts G. An explanatory model of health promotion and quality of life in chronic disabling conditions. *Nursing Res*, 2000; 43, 122-129.
- Suay F, Ricarte J, Salvador A. Indicadores psicológicos de sobreentrenamiento y agotamiento. *Rev Psicol Dep*, 1998; 13, 7-25.
- Suay F, Sanchís C, Salvador A. Marcadores hormonales del sobreentrenamiento. *Rev Psicol Dep*, 1997; 11, 21-39.
- Taberner B, Márquez S. Interrelación y cambios temporales en los componentes de la ansiedad-estado competitiva. *Rev Psicopatol Dep*, 1994; 5, 53-67.
- Taylor CB, Bandura A, Ewart CK, et al. Exercise testing to enhance wives' confidence in their husbands' cardiac capability soon after clinically uncomplicated acute myocardial infarction. *Am J Cardiol*, 1985; 55, 635-638.
- Thackeray MG, Skidmore RA, Farley OW. *Introduction to mental health: Field and practice*. Englewood Cliffs, Prentice Hall. 1979.

- The University of Chicago Hospitals. Prevención de las lesiones deportivas. En: <http://www.uchospitals.edu/online-library/content=S04032> (Consulta: 10/3/06).
- Thibaut JW, Kelly HH. *The social psychology of groups*. New York, Wiley. 1959.
- Thoits P. Conceptual, methodological, and theoretical problems in studying social support as a buffer against life stress. *J Health Soc Behav*, 1986; 23, 145-159.
- Thomas RJ, Mietus JE, Peng CK, et al. An electrocardiogram-based technique to assess cardiopulmonary coupling during sleep. *Sleep*, 2005; 28, 1151-1161.
- Thompson P, Fahrenbach M. Risks of exercising: Cardiovascular including sudden death. En: Bouchard C, Shepard R, Stephens T (eds.). *Physical activity fitness and health*. Champaign IL, Human Kinetics. 1994; pp 1019-1028.
- Tinajas J, Tinajas JV. La corporal y su reducción a través de la dieta y del ejercicio. *Sport & Medicina*, 1992; Enero-Febrero, 17-20.
- Torres X, Arroyo S, Araya S, et al. The Spanish version of the Quality of Life in Epilepsy Inventory (QOLIE-31): Translation, validity and reliability. *Epilepsia*, 1999; 40, 1299-1304.
- Tracey J. The emotional response to injury. *J Appl Sport Psychol*, 2003; 15, 279-293.
- Tucker LA. Internal structure, factor satisfaction and reliability of the Body Cathesis Scale. *Percept Motor Skills*, 1981; 53, 891-896.
- Tucker LA. Physical attractiveness, somatotype, and the male personality. A dynamic interactional perspective. *J Clin Psychol*, 1984; 40, 1226-1334.
- Tuero C, Márquez S, De Paz JA. Análisis de un modelo de Cuestionario de Valoración de la Actividad Física durante el Tiempo Libre (I): Minnesota Leisure Time Physical Activity Questionnaire (LTPA). *Lecturas Ed Fis Dep*, 2000; 27. En: <http://www.efdeportes.com/efd27a/cuest.htm> (Consulta: 21/03/2006).
- Tuson KM, Sinyor D. On the affective benefits of acute exercise: Taking stock after twenty years of research. En: Seraganian, P (ed.). *Exercise psychology. The influence of physical exercise on psychological processes*. Nueva York, John Wiley and Sons. 1993; pp 80-121.
- Urhausen A, Kindermann W. *Diagnosis of overtraining*. What tools do we have? *Sports Med*, 2002; 32, 95-102.
- Uson PP, Larrosa VR. Physical activities in retirement age. En: Partington J, Orlick T, Samela J (eds.). *Sport in perspective*. Ottawa ON, Coaching Association of Canada. 1982; pp 149-151.
- Uusitalo AL. Overtraining. Making a difficult diagnosis and implementing targeted treatment. *Phys Sportmed*, 2001; 29, 35-50.
- Valliant PM. Personality and injury in competitive runners. *Percept Motor Skills*, 1981. 53, 251-253.
- Vázquez-Barquero JL, Arias-Bal MA, Peña, C, et al. El cuestionario "Perfil de Impacto de la Enfermedad" (SIP), versión española de una medida del estado de salud. *Actas Luso-Esp Neurol Psiquiatr*, 1991; 19, 127-134.
- Veale DMW, Lefevre K, Pantelis C, et al. Aerobic exercise in the adjunctive treatment of depression: A randomised controlled trial. *J Royal Soc of Med*, 1992; 85, 541-544.
- Velarde-Jurado E, Avila-Figueroa C. Evaluación de la calidad de vida. *Rev Salud Pública*, 2002; 44, 349-361.
- Verkhoshansky Y, Viru A. La adaptación a largo plazo. Algunas leyes a la adaptación a largo plazo a las cargas físicas del organismo de los atletas. *Rev Entren Dep*, 1992; 6, 19-26.
- Villamarín F. Un análisis conceptual de la teoría de la autoeficacia y otros constructos psicológicos actuales. *Psicologemas*; 1990; 4, 107-125.
- Vogel R. "Overtraining": Definitions, hypotheses, recent trends and methodological limitations. *Schweizerische Zeitschr Sportmed Sporttraumatol*, 2001; 49, 154-162.
- Volkwein K, Mcconatha JT. Cultural contours of the body – The impact of age and fitness. En: Lidor R, Bar-Eli M (eds.). *Innovations in sport psychology: Linking theory and practice*. Tel-Aviv, ISSP. 1997; pp 744-746.
- Vouri I, Urponen H, Hasan J, et al. Epidemiology of exercise effects on sleep. *Acta Physiol Scand*, 1988; Supl 574, 3-7.
- Ware JE, Gandek B, The IQOLA Project Group. The SF-36 Health Survey: Development and use in mental health research and the IQOLA project. *Intern J Mental Health*, 1993; 23, 49-54.
- Ware JE, Sherbourne CD. The MOS 36-ítems short-form health survey (SF-36): Conceptual framework and item selection. *Med Care*, 1992; 30, 473-483.
- Ware JE. The SF-36 Health Survey. En: Spilker B (ed.). *Quality of Life and Pharmacoeconomics in clinical trials*. New York, Lippincott-Raven. 1996; pp 337-346.
- Warrick R, Tinning R. Women's bodies, self-perception and physical activity: A naturalistic study of women's participation in aerobic classes- Part 2. *ACHPER National J*, 1989; 126, 19-23.
- Weinberg RS, Gould D. *Fundamentos de Psicología del deporte y el ejercicio físico*. Barcelona, Ariel Psicología. 1996.
- Weyerer S. Physical inactivity and depression in the community: Evidence from the Upper Bavarian Field Study. *Intern J Sports Med*, 1992; 136, 492-496.
- WHOQOL Group. Study protocol for the World Health Organization project develop a Quality of Life assessment instrument (WHOQOL). *Qual LifeRes*, 1993; 2, 153-159.
- WHOQOL Group. Development of the WHOQOL: Rationales and current status. *Intern J Mental Health*, 1994; 23, 1403-1409.
- WHOQOL Group. The World Health Organization Quality of Life Assessment (WHOQOL): Position paper from the World Health Organization. *Soc Sci Med*, 1995; 10, 1403-1409.
- Wichstrom L. Social, psychological and physical correlates of eating problems: A study of the general adolescent population in Norway. *Psychol Med*, 1995; 25, 567-579.
- Wiese DM, Weiss MR, Yukelson DP. Sport psychology in the training room: A survey of athletic trainers. *Sport Psychol*, 1991; 5, 25-40.
- Williams JM, Getty D. Effect of levels of exercise on psychological mood states, physical fitness and plasma beta-endorphin. *Percept Motor Skills*, 1986; 63, 1099-1105.
- Williams JM, Roepke N. Psychology of injury and injury rehabilitation (pp 815-839). En: Singer RN, Murphey M, Tennant LK (eds.). *Handbook of Research on Sport Psychology*. New York, Macmillan. 1993.
- Williams JM, Tonymon P, Anderson MB. The effects of stressors and coping resources on anxiety and peripheral narrowing. *J Appl Psychol*, 1991; 3, 126-141.
- Williams JM, Tonymon P, Wadsworth A. Relationship of life stress to injury in intercollegiate volleyball. *J Hum Stress*, 1986; 12, 38-43.
- Williams PA, Cash TF. Effects of a circuit weight training program on the body images of college students. *Intern J Eating Disord*, 2001; 30, 75-82.
- Willner P. Animal models of depression: Validity and applications. En: Gessa G, Fratta W, Pani L, Serra G (eds.). *Depre-*

- ssion and mania: From neurobiology to treatment. New York, Raven Press. 1995; pp 19-41.
- Windsor RE, Scuderi GR, Moran MC, *et al.* Mechanisms of failure of the femoral and tibial components in total knee arthroplasty. *Clinical Orthop*, 1989; 248, 15-19.
- Woodburn S, Boschini C, Fernández H. *La imagen corporal en los niños*. Costa Rica, EUNA-EUCR. 1997.
- Youngstedt SD. Is sleep disturbed by vigorous late-night exercise? *Med Sci Sports Exerc*, 1999; 31, 1727-1740.
- Youngstedt SD. The exercise-sleep mystery. *Int J Sport Psychol*, 2000; 31: 241-255.
- Zuckerman M, Kolin EA, Price L, *et al.* Development of a sensation-seeking scale. *J Consult Psychol*, 1964; 28, 477-482.
- ### PARTE III: ANÁLISIS DE LA INICIACIÓN Y ADHERENCIA A PAUTAS DE ACTIVIDAD FÍSICA SALUDABLE
- 
- Aarnio M, Kujala UM, Kaprio J. Associations of health related behaviors, school type and health status to physical activity patterns in 16 year old boys and girls. *Scand J Med Sci Sports*, 1997; 25, 156-167.
- Aarnio M, Winter T, Peltonen J, *et al.* Stability of leisure time physical activity during adolescence. A longitudinal study among 16, 17 and 18 year old Finnish youth. *Scand J Med Sci Sport*, 2002; 12, 179-185.
- Ajzen I, Fishbein M. *Understanding attitudes and predicting social behavior*. Englewood Cliffs NJ, Prentice-Hall. 1980.
- Ames C. The enhancement of student motivation. En: Kleiber D, Maehr M (eds.). *Advances in motivation and achievement*. J Greenwich, CT, AI Press. 1987; pp 123-148.
- Andersen MB, Williams JM. A model of stress and athletic injury: Prediction and prevention. *J Sport Exerc Psychol*, 1998; 10, 294-306.
- Anderssen N, Wold B. Parental and peer influences on leisure-time physical activity in young adolescents. *Res Quart Exerc Sport*, 1992; 63, 341-348.
- Andreas S, Andreas C. *Corazón de la mente*. Santiago de Chile, Cuatro Vientos. 1991.
- Atkinson JW. *An introduction to motivation*. Princenton, Nueva Jersey, Van Nostrand. 1964.
- Balaguer I, Pastor Y, Moreno Y. Algunas características de los estilos de vida de los adolescentes de la Comunidad Valenciana. *Revista Valenciana de Estudios Autonómicos*, 1999; 26, 33-56.
- Bandura A. *Social learning theory*. Englewood Cliffs: Nueva Jersey, Prentice-Hall. 1977.
- Bandura A. *Social foundations of thought and action*. Englewood Cliffs, Nueva Jersey, Prentice-Hall. 1986.
- Barnekow-Bergkvist M, Hedberg G, Janlert, *et al.* Physical activity pattern in men and women at the ages of 16 and 34 and development of physical activity from adolescence to adulthood. *Scand J Med Sci Sports*, 1996; 6, 359-370.
- Becker MH, Maiman LA. Socio-behavioural determinants of compliance with health and medical care recommendations. *Med Care*, 1975; 13, 10-24.
- Biddle S. *Psicología del ejercicio y calidad de vida*. Málaga, Congreso Científico Olímpico. 1992.
- Blackwell B, McCullagh P. The Relationship of athletic injury to life stress, competitive anxiety and coping resources. *Athletic Training*, 1990; 25, 23-27.
- Boixaidós M, Valiente L, Mimbbrero J, *et al.* Papel de los agentes de socialización en deportistas en edad escolar. *Rev Psicol Dep*, 1998; 7, 295-310.
- Boraita J. *Muévete corazón*. Madrid. Fundación Española del Corazón. 2000.
- Brewer BW, Avondoglio JB, Cornelius AE, *et al.* Construct validity and interrater agreement of the Sport Injury Rehabilitation Adherence Scale. *J Sport Rehabilitation*, 2002; 11, 170-178.
- Brewer BW, Cornelius AE, Van Raalte JL, *et al.* Age-related differences in predictors of adherence to rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Athletic Training*, 2003a; 38, 158-162.
- Brewer BW, Cornelius AE, Van Raalte JL, *et al.* Comparison of concurrent and retrospective pain ratings during rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Sport Exerc Psychol*, 2004; 26, 610-615.
- Brewer BW, Cornelius AE, Van Raalte JL, *et al.* Protection motivation theory and adherence to sport injury rehabilitation revisited. *Sport Psychol*, 2003b; 17, 95-103.
- Brewer BW. Developmental differences in psychological aspects of sport-injury rehabilitation. *Athletic Training*, 2003; 38, 152-153.
- Cantera MA. Niveles de actividad física en la adolescencia. Estudio realizado en la población escolar de la provincia de Teruel. [Tesis Doctoral]. Universidad de Zaragoza, 1997.
- Cantón E, Mayor L, Pallarés J. Factores motivacionales y afectivos en la iniciación deportiva. *Rev Psicol Gen Apl*, 1995; 48, 59-75.
- Capdevila LI. *Actividad física y estilo de vida saludable*. Bellaterra (Barcelona). Universitat Autònoma de Barcelona. 2002.
- Casimiro AJ, Pierón M. La incidencia de la práctica físico-deportiva de los padres hacia sus hijos durante la infancia y la adolescencia. *Apunts Ed Fis Dep*, 2001; 65, 100-104.
- Casimiro AJ. Comparación, evolución y relación de hábitos saludables y nivel de condición física-salud en escolares, al finalizar los estudios de Educación Primaria (12 años) y de Educación Secundaria Obligatoria (16 años). [Tesis Doctoral]. Universidad de Granada, 1999.
- Cecchini JA, Méndez A, Muñoz J. Motives for practicing sport in Spanish school children. *Psicothema*, 2002; 14, 523-531.
- Cervelló EM. *La motivación y el abandono deportivo desde la perspectiva de las metas de logro*. Valencia, Servei de Publicacions de la Universitat de València. 1996.
- Cervelló EM. Sobrentrenamiento, burnout y motivación en el deporte. En: Suay F (ed.). *El síndrome de sobreentrenamiento: Una visión desde la psicobiología del deporte*. Barcelona, Paidotribo. 2003; pp 39-55.
- Coakley J. Burnout among adolescents: A personal failure or a social problem? *Sociol Sport J*, 1992; 9, 271-285.
- Corbin CB, Lindsey R, Welk G. *Concepts of fitness and wellness*. Boston, McGraw-Hill. 2000.
- Crespo CJ, Ainsworth BE, Keteyian SJ, *et al.* Prevalence of physical inactivity and its relation to social class in U.S. adults: Results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Med Sci Sports Exerc*, 1999; 31, 1821-1827.

- Davis JO. Sport injuries and stress management: An opportunity for research. *Sport Psychol*, 1991; 5, 175-182.
- De Andrade A, Salguero A, González Boto R, *et al.* Motives for participation in physical activity by Brazilian adults. *Percept Motor Skills*, 2006; 102, 358-367.
- De Diego S, Sagredo C. *Jugar con ventaja*. Madrid, Alianza. 1992.
- Deci L, Ryan RM. *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. Nueva York, Plenum. 1985.
- Díaz MP, Buceta JM, Bueno AM. Situaciones estresantes y vulnerabilidad a las lesiones deportivas: Un estudio con deportistas de equipo. *Rev Psicol Dep*, 2004; 14, 7-24.
- Díaz MP. Estrés y prevención de lesiones. [Tesis doctoral no publicada]. Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2001.
- Dishman R, Motl R, Saunders R, *et al.* Examining social-cognitive determinants of intention and physical activity among black and white adolescent girls using structural equation modeling. *Health Psychol*, 2002; 21, 459-467.
- Dishman RK. Exercise, fitness and health: A consensus of current knowledge. En: Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T, Sutton JR, McPherson BD (eds.). *Determinants of participation in physical activity*. Champaign IL, Human Kinetics. 1988: pp 75-101.
- Domínguez-Berjon MF, Borrell C, Nebot M, *et al.* Leisure time physical activity and its association with demographic variables and other behaviors related with health. *Gaceta Sanitaria*, 1998; 12, 100-109.
- Dosil J. Actitud hacia la actividad física y el deporte en hombres y mujeres a lo largo de la vida. *Educ Desarr Div*, 2003; 6, 67-78.
- Dosil J. *Trastornos de alimentación en el deporte*. Sevilla, Wanceulen. 2003.
- Dosil J. *Psicología de la actividad física y del deporte*. Madrid, McGraw Hill. 2004.
- Droomers M, Schrijvers CT, Van de Mheen H, *et al.* Educational differences in leisure-time physical inactivity: A descriptive and explanatory study. *Social Science and Medicine*, 1998; 47, 1665-1676.
- Duda JL, Nicholls JG. The Task and Ego Orientation in Sport Questionnaire: Psychometric properties. *Manuscrito por publicar*, 1989.
- Duda JL. A self determination approach to predicting exercise engagement and associated well-being. *9º Congreso Europeo de Psicología*, 2005; Granada.
- Duda JL. Goals: A social cognitive approach to the study of motivation in sport. En: Singer RN, Murphey M, Tennant LK (eds.). *Handbook on research in sport psychology*. Macmillan, Macmillan. 1993.
- Duda JL. Motivation in sport setting: A goal perspective analysis. En: Roberts GC (ed.). *Motivation in sport and exercise*. Champaign IL, Human Kinetics. 1992.
- Dweck CS. Motivational processes affecting learning. *American Psychol*, 1986; 41, 1040-1048.
- Escartí A, Cervelló E. La motivación en el deporte. En: Balaguer I (ed.). *Entrenamiento psicológico en el deporte: Principios y aplicaciones*. Valencia, Albatros. 1994.
- Evans L, Hardy L. Sport injury and grief responses: A review. *J Sport Exerc Psychol*, 1995; 17, 227-245.
- Evans L, Hardy L, Fleming S. Intervention strategies with injured athletes: An action research study. *Sport Psychol*, 2000; 14, 188-206.
- Feigley DA. Psychological burnout in high-level athletes. *Phys Sport Med*, 1984; 12, 109-119.
- Fernandes H, Vasconcelos-Raposo J, Lázaro JP, *et al.* Validación y aplicación de modelos teóricos motivacionales en el contexto de la educación física. *Cuad Psicol Dep*, 2005; 4: 67-89.
- Ferrer-Caja E, Weis M. Predictor of intrinsic motivation among adolescent students enrolled in high school elective courses. *J Exp Psychol*, 2000; 71, 41-65.
- Garcés de los Fayos E. *La situación actual de la práctica deportiva en el alumnado femenino: Actitudes de las niñas y las adolescentes ante el deporte en la Región de Murcia*. Murcia, Dirección General de Deportes. 1995.
- Garcés de Los Fayos EJ. *Burnout en deportistas. Propuesta de un sistema de evaluación e intervención integral*. Madrid, EOS. 2004a.
- Garcés de Los Fayos EJ. *Actividad física y hábitos saludables en personas mayores*. Madrid, Instituto de Migraciones y Servicios Sociales. 2004b.
- Garcés de Los Fayos EJ, Gómez A. Promoción de la actividad física y el deporte en niños y adolescentes. En: Ortigosa JM, Quiles MJ, Méndez FX (eds.). *Manual de psicología de la salud con niños, adolescentes y familia*. Madrid, Pirámide. 2003: pp 389-401.
- Garcés de Los Fayos EJ, Jara P. Psicología del deporte y programas de promoción y mejora de la salud. En: Garcés de Los Fayos EJ (ed.). *Áreas de aplicación de la psicología del deporte*. Murcia, Dirección General de Deportes. 2003: pp 50-60.
- Garcés de Los Fayos EJ, Vives Benedicto L. Burnout y abandono del deportista de alto rendimiento: Implicaciones asociadas. En: Roffé M, García Ucha F. *Alto rendimiento, psicología y deporte*. Argentina, Lugar Editorial. 2004: pp 161-176.
- García Ferrando M. Cambio y permanencia en los hábitos deportivos españoles. *Sistema*, 1992; 100-111, 55-84.
- García Más A. Los padres de los jóvenes deportistas de competición: Aplicación del modelo de compromiso deportivo. En: *Libro de Actas del VIII Congreso Nacional de Psicología del Deporte*. Pontevedra, Asociación Galega de Psicología do Desporte. 2001.
- García MA. Beneficios del apoyo social durante el envejecimiento: Efectos protectores de la actividad física y el deporte. *Lecturas Educ Fis Dep*, 2002; 51.
- García-Mas A, Rivas C. Veinte maneras de motivar a un equipo. *Cuad Psicol Dep*, 2001; 1, 39-68.
- Georgadis M, Biddle S, Chatzisarantis N. The mediating role of self-determination in the relationship between goal orientations and physical self worth in greek exercisers. *Eur J Sport Sci*, 2001; 5, 15-24.
- Gill DL, Gross JB, Huddleston S. Participation motivation in youth sports. *Int J Sport Psychol*, 1983; 14, 1-14.
- Gimeno F. *Entrenando a padres y madres... Claves para una gestión eficaz de la relación con los padres y madres de jóvenes deportistas*. Zaragoza, Departamento de Cultura y Turismo del Gobierno de Aragón. 2000.
- Goldfine BD, Nahas MV. Incorporating health-fitness concepts in secondary physical education curricula. *J School Health*, 1993; 63, 142-146.
- Gordillo A. Intervención como os pais. En: Becker B (ed.). *Psicología aplicada a crianca no esporte*. Novo Hamburgo, Feevale. 2000.

- Gordon-Larsen P, McMurray RG, Popkin BM. Determinants of adolescent physical activity and inactivity patterns. *Pediatrics*, 2000; 105, E83.
- Gustafson S, Rhodes RE. Parental correlates of physical activity in children and early adolescents. *Sports Med*, 2006; 36, 79-97.
- Hall HK, Cawthra IW, Kerr AW. *Burnout: "Motivation gone awry" or disaster waiting to happen?* Israel, ISSP Congress. 1997.
- Hanson SJ, McCullagh P, Tonymon P. The relationship of personality characteristics, life stress, and coping resources to athletic injury. *J Sport Exerc Psychol*, 1992; 14, 262-272.
- Hardy CJ, Riehl MA. An examination of the life stress-injury relationship among noncontact sport participants. *Behav Med*, 1988; 14, 113-118.
- Harreby M, Hesselsoe G, Kjer J, et al. Low back pain and physical exercise in leisure time in 38 year old men and women: A 25 year prospective cohort study of 640 school children. *Eur Spine J*, 1997; 6, 181-186.
- Heider F. *The psychology of interpersonal relations*. Nueva York, Wiley. 1958.
- Henert SE. Exploring injured athletes' ratings of social support and use of coping strategies as a function of injury type and gender over the course of rehabilitation. *Science Engineer*, 2000; 61 (3-B), 1695.
- Ingram DK. Age-related decline in physical activity: Generalization to nonhumans. *Med Sci Sports Exerc*, 2000; 32, 1623-1629.
- Jara P. Procesos motivacionales y establecimiento de objetivos. En: Garcés de Los Fayos EJ (ed.). *Manual de psicología: Conceptos y aplicaciones*. Murcia, Capítulo Tres. 1997.
- Jara P. Motivación en el deporte y establecimiento de objetivos. En: Olmedilla A, Garcés de los Fayos EJ, Nieto G, (coords.). *Manual de psicología*. Murcia, Diego Marín. 2002.
- Jara P. *Influencia de los tipos de creencias del deportista en la motivación hacia los objetivos*. X Congreso Nacional de Psicología de la Actividad Física y el Deporte. Málaga. 2005.
- Jiménez R, Cervelló EM, García T. Abandono y retirada deportiva. En: Garcés de Los Fayos E, Jara P. y Olmedilla A. *Psicología y deporte*. Murcia, Diego Marín. 2006.
- Johnson U, Ekengren J, Andersen MB. Injury prevention in Sweden: Helping soccer players at risk. *J Sport Exerc Psychol*, 2005; 27, 32-38.
- Johnston LH, Carrol D. Coping, social support, and injury: Changes over time and the effects of level of sports involvement. *J Sport Rehabil*, 2000; 9, 290-303.
- Junior R, Ramos R, Tribst M. Motivos que llevan a la práctica del baloncesto: Un estudio con jóvenes atletas brasileños. *Rev Psicol Dep*, 2001; 10, 293-304.
- Katzmarzyk PT, Pérusse L, Rao DC, et al. Familial risk ratios for high and low physical fitness levels in the Canadian population. *Med Sci Sports Exerc*, 2000; 32, 614-619.
- Kearney AJ. Some applications of behavioral principles to sport and exercise enhancement. En: Cautela JR, Ishaq W (eds.). *Contemporary issues in behaviour therapy: Improving the human condition*. Applied clinical psychology. Nueva York, Plenum Press. 1996.
- Kerr G, Goss J. The effects of a stress management program on injuries and stress levels. *J Appl Sport Psychol*, 1996; 8, 109-117.
- Kerr G, Minden H. Psychological factors related to the occurrence of athletic injuries. *J Sport Exerc Psychol*, 1988; 10, 167-173.
- Kimm SYS, Glynn NW, McMahon RP, et al. Self-perceived barriers to activity participation among sedentary adolescent girls. *Med Sci Sports Exerc*, 2006; 38, 534-540.
- Kohl HW, Hobbs KE. Development of physical activity behaviors among children and adolescents. *Pediatrics*, 1998; 101, 549-554.
- Kolt G, Kirkby R. Injury in Australian female competitive gymnasts: A psychological perspective. *Austral Physiother*, 1996; 42, 121-126.
- Kraut A, Melamed S, Gofer R, et al. Effect of school age sports on leisure time physical activity in adults: The CORDIS study. *Med Sci Sports Exerc*, 2003; 35, 2038-2042.
- Kübler-Ross E. *On death and dying*. New York, MacMillan. 1969.
- Kuh DJ, Cooper C. Physical activity at 36 years: Patterns and childhood predictors in a longitudinal study. *J Epidemiol Commun Health*, 1992; 46, 114-119.
- Labbe E, Welsch MC, Coldsmith S, et al. High School cross country runners: Running commitment, health locus of control and performance. *J Sport Behav*, 1991; 14, 85-91.
- Locke EA, Latham GP. The application of goal setting to sports. *J Sport Psychol*, 1985; 7, 205-222.
- López C, Márquez S. Motivación en jóvenes practicantes de lucha leonesa. *Rev Psicol Dep*, 2001; 10, 9-22.
- Maehr ML. Culture and achievement motivation. *Am Psychol*, 1974; 29, 887-896.
- Magyar TM, Duda JL. Confidence restoration following athletic injury. *The Sport Psychologist*, 2000; 1, 372-390.
- Malina RM. Tracking of physical activity and physical fitness across the lifespan. *Res Quart Exerc Sport*, 1996; 67, S48-57.
- Marcus BH, Simkin LR. The stages of exercise behavior. *J Sports Med*, 1993; 33, 83-88.
- Márquez S. Adherencia al ejercicio físico: Determinantes, modelos y estrategias de mantenimiento. *Domus*, 2004; 11/12, 93-116.
- Márquez S. Beneficios psicológicos de la actividad física. *Rev Psicol Gen Apl*, 1995a; 48, 185-206.
- Márquez S. Deporte, salud y actividad física. *VI Congreso Nacional de Psicología de la Actividad Física y del Deporte*. Valencia. 1995b.
- Márquez S. Estrategias de afrontamiento del estrés en el ámbito deportivo: Fundamentos teóricos e instrumentos de evaluación. *Intenl J Clin Health Psychol*, 2006; 6, 359-378.
- Marrero G, Martín-Albo L, Núñez JL. Cuestionario de motivos de inicio, mantenimiento, cambio y abandono de la actividad deportiva (MIMCA). En: Guillén F (ed.). *La psicología del deporte en España al final del milenio*. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria. 1999.
- May JR, Brown L. Delivery of psychological services in the US Alpine Ski Team prior to and during the Olympics in Calgary. *Sport Psychol*, 1989; 3: 320-329.
- McCann S. Overtraining and burnout. En: Murphy S (ed.). *Sport psychology interventions*. Champaign IL, Human Kinetics. 1995: pp 347-368.
- McClelland DC. *The achieving society*. Nueva York, Free Press. 1961.
- Medina Mojena G, García Ucha F. Burnout, locus de control y deportistas de alto rendimiento. *Cuad Psicol Dep*, 2002; 2, 29-42.
- Meichenbaum D. *Cognitive-behavior modification*. New York, Plenum Press. 1977.

- Meichenbaum D. *Stress inoculation training*. Nueva York, Pergamon Press. 1985.
- Mendoza R. Diferencias de género en los estilos de vida de los adolescentes españoles: Implicaciones para la promoción de la salud y para el fomento de la actividad físico-deportiva. *Actas del II Congreso Internacional de Educación Física. Educación Física y Salud*; 2000 Septiembre; Jerez, pp 765-790.
- Molinero O, Salguero A, Tabernero B, et al. El abandono deportivo: Propuesta para la intervención práctica en edades tempranas. *Lecturas Ed Fis Dep*, 2005; 10, nº90.
- Molinero O, Salguero A, Tuero C, et al. Dropout from youth sports: Relationship to gender, type of sport and level of competition. *J Sport Behav*, 2006; 29, 255-270.
- Myers CA, Peyton DD, Jensen BJ. Treatment acceptability in NCAA Division I Football Athletes: Rehabilitation intervention strategies. *J Sport Behavior*, 2004; 27, 165-169.
- Newcomer RR, Perna FM. Features of posttraumatic distress among adolescent athletes. *Athletic Training*, 2003; 38, 163-166.
- Nicholls JG. *The competitive ethos and democratic education*. Cambridge MA, Harvard University Press. 1989.
- Olmedilla A. *Factores psicológicos y lesiones en futbolistas: Un estudio correlacional*. Quaderna, Murcia. 2005.
- Olmedilla A, De la Vega R, Ortín FJ. Lesiones deportivas y psicología: Análisis, investigación y propuestas de intervención. En: Garcés de los Fayos EJ, Olmedilla AP, Jara P, (coords.). *Psicología y Deporte*. Murcia, Diego Marín. 2006: pp 497-524.
- Olmedilla A, González LE. Factores psicológicos de la lesión deportiva. Intervención psicológica en los procesos de prevención y rehabilitación. En: Olmedilla A, Garcés de los Fayos EJ, Nieto G, (coords.). *Manual de Psicología del Deporte*. Murcia, Diego Marín. 2002: pp 212-234.
- Olmedilla A, Ortega E, Abenza L. Influencia de la evaluación de la ejecución deportiva y lesiones. *Ciencia y deporte.net*, 2005.
- Olmedilla A, Ortín FJ, Lozano FJ, et al. Psychological factors and injury risk in professional football players. *9th European Congress of Psychology*. Granada. 2005.
- Olmedilla A, Ortín F, González de la Torre LE. Intervención psicológica con entrenadores y padres de deportistas. En: Garcés de Los Fayos EJ, (coord.). *Áreas de aplicación de la psicología del deporte*. Murcia, Dirección General de Deportes de la CARM. 2003.
- Ortín F, Jara P. Estrategias para la motivación y el trabajo orientado a objetivos. En: Garcés de Los Fayos EJ, Jara P, Olmedilla A (eds.). *Psicología y deporte*. Murcia, Diego Marín. 2006.
- Osler M, Clausen JO, Ibsen KK, et al. Social influences and low leisure-time physical activity in young Danish adults. *Eur J Public Health*, 2001; 11, 130-134.
- Palmeira A. Antecedentes psicológicos de la lesión deportiva. *Rev Psicol Dep*, 1998; 8, 117-132.
- Palmi J. Componentes psicológicos de la lesiones deportivas. En: Cruz J (ed.). *Psicología del deporte*. Madrid, Síntesis. 1997.
- Palmi J. Visión psico-social en la intervención de la lesión deportiva. *Cuad Psicol Dep*, 2001; 69-79.
- Papaianou A, Karastogiannidou K, Theodoradis Y, et al. Goal perspectives, perceived motivational climate, life satisfaction, and health-related attitudes and behaviours of greek students. *Proceeding of the AAASP Conference*. Canada, Banff. 1999.
- Pargman D, Lund SD. The relationship of self-concept and locus of control to the severity of injury in freshman collegiate football players. *Sports Med*, 1989; 1, 201-208.
- Pastor Y, Balaguer I, García Merita M. Áreas de intervención para promover el estilo de vida saludable. En: Pastor Y, Balaguer I, García Merita M. *Estilo de vida y salud*. Valencia, Albatros. 1999: pp 81-90.
- Pavón AI, Moreno JA, Gutiérrez M, Sicilia A. Intereses y motivaciones de los universitarios: Diferencias en función del nivel de práctica. *Cuad Psicol Dep*, 2003; 3, 33-43.
- Pelegrín A, Olmedilla A, Garcés de Los Fayos E. Propuestas para el desarrollo de estrategias de intervención y prevención de la agresión en el deporte infantil. *II Congreso de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*. Valencia. 2001.
- Pérez I, López JC, Garcés de Los Fayos E. Personalidad, diferencias individuales y ejecución deportiva. En: Olmedilla A, Garcés de Los Fayos EJ, Nieto G, (coord.). *Manual de psicología del deporte*. Murcia, Diego Marín. 2002: pp 105-123.
- Perna FM, Antoni MH, Baum A, et al. Cognitive behavioral stress management effects on injury and illness among competitive athletes: A randomized clinical trial. *Ann Behav Med*, 2003; 25, 66-73.
- Petrie TA, Falkstein DL. Methodological, measurement and statistical issues in research on sport injury prediction. *J Appl Sport Psychol*, 1998; 10, 26-45.
- Petrie TA. Psychosocial antecedents of athletic injuries: The effects of life stress and social support on female collegiate gymnasts. *Behav Med*, 1992; 18, 127-138.
- Petrie TA. The moderating effects of social support and playing status on the life stress-injury relationship. *J Appl Sport Psychol*, 1993; 5, 1-16.
- Pettee KK, Brach JS, Kriska AM, et al. Influence of marital status on physical activity levels among older adults. *Med Sci Sports Exerc*, 2006; 38, 541-546.
- Pintanel M, Capdevila LL. Una intervención motivacional para pasar del sedentarismo a la actividad física en mujeres universitarias. *Rev Psicols*, 1999; Dep: 8, 53-66.
- Raga JL, Suay F. Aspectos psicológicos de la programación del entrenamiento. En: Suay F (ed.). *El síndrome de sobreentrenamiento: Una visión desde la psicobiología del deporte*. Barcelona, Paidotribo. 2003: pp 127-158.
- Riddoch CJ, Andersen LB, Wedderkopp N, et al. Physical activity levels and patterns of 9- and 15-yr-Old European children. *Med Sci Sports Exerc*, 2004; 36, 86-92.
- Robbins JE, Rosenfeld LB. Athletes' perceptions of social support provided by their head coach, assistant coach, and athletic trainer, pre-injury and during rehabilitation. *J Sport Behav*, 2001; 277-297.
- Rogers TJ, Landers DM. Effects of life-event stress and hardness on peripheral narrowing prior to competition. *J Sport Exerc Psychol*, 2001; 24 Supl, S105.
- Ruiz Juan F, García Montes ME, Gómez López M. *Hábitos físico-deportivos en centros escolares y universitarios*. Madrid, Gymnos. 2005.
- Sage GH. *Introduction to motor behavior: A neuropsychological approach*. Reading MA, Addison-Wesley. 1977.
- Salguero A, Tuero C, Márquez S. Adaptación española del Cuestionario de Causas de Abandono en la Práctica Deportiva: Validación y diferencias de género en jóvenes nadadores. *Lecturas Ed Fis Dep*, 2003a; 56.
- Salguero A, González Boto R, Tuero C, et al. Development of a Spanish version of the participation motivation inventory for young competitive swimmers. *Percep Motor Skills*, 2003b; 96, 637-646.

- Salguero A, González Boto R, Tuero C, *et al.* Relationship between perceived physical ability and sport participation motives in young competitive swimmers. *J Sports Med*, 2004; 44, 294-299.
- Sallis JF. Age-related decline in physical activity: A synthesis of human and animal studies. *Med Sci Sports Exerc*, 2000; 32, 1598-1600.
- Sallis JF. Epidemiology of physical activity and fitness in children and adolescents. *Critical Rev Food Sci Nutr*, 1993; 33, 403-408.
- Sallis JF, McKenzie TL. Physical education's role in public health. *Res Quart Exerc Sport*, 1991; 62, 124-137.
- Sallis JF, Prochaska JJ, Taylor WC. A review of correlates of physical activity of children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc*, 2000; 32, 963-975.
- Sánchez Bañuelos F. *La actividad física orientada hacia la salud*. Madrid, Biblioteca Nueva. 1996.
- Sarrazin P, Vallerand R, Guillet E, *et al.* Motivation and dropout in female handballers: A 21-month prospective study. *Eur J Social Psychol*, 2002; 32, 395-418.
- Scherzer B, Brewer B, Cornelli E, *et al.* Psychological skills and adherence to rehabilitation after reconstruction of the anterior Cruciate ligament. *J Sport Rehabil*, 2001; 10, 165-172.
- Schmidt GW, Stein GL. Sport commitment: A model integrating enjoyment, dropout, and burnout. *J Sport Exerc Psychol*, 1991; 13, 254-265.
- Schomer HH. A cognitive strategy training program for marathon runners: Ten case studies. *South African J Res Sport: Phys Educ Recr*, 1990; 13, 47-48.
- Schwenz SJ. Athlete's perceptions of rehabilitation and the use of biofeedback to enhance psychological recovery following anterior Cruciate ligament reconstruction. *Sciences Engineer*, 2002; 62 (7-B), 3164.
- Shepard R, Trudeau F. The legacy of physical education: Influences on adult lifestyle. *Pediat Exerc Sci*, 2000; 12, 34-50.
- Silva JM. An analysis of the training stress syndrome in competitive athletics. *J Appl Sport Psychol*, 1990; 2, 5-20.
- Simonen RL, Pérusse L, Rankinen T, *et al.* Familial aggregation of physical activity levels in the Québec family study. *Med Sci Sports Exerc*, 2002; 34, 1137-1142.
- Simonen RL, Rankinen T, Pérusse L, *et al.* Genome-Wide linkage scan for physical activity levels in the Quebec family study. *Med Sci Sports Exerc*, 2003; 35, 1355-1359.
- Smith RE. Elite Collegiate Female Athletes: A comparison between injured and no injured upper and lower division students athletes on life-stress, competitive trait anxiety, and coping skills. *Human Social Sci*, 2001; 6 (11-A), 4288.
- Smith RE. Toward a cognitive-affective model of athletic burnout. *J Sport Psychol*, 1986; 8, 36-50.
- Smith RE, Smoll FL. *Psychological stress: A conceptual model and some intervention strategies in youth sport*. En: Magill RA, Ash MJ, Smoll FL (eds.). *Children in sport*. Champaign IL, Human Kinetics. 1982; pp 178-195.
- Smith RE, Smoll F, Ptacek JL. Conjunctive moderator variable and resiliency research: Life stress, social support and coping resources, and adolescent sport injuries. *J Personal Social Psychol*, 1990; 58, 360-370.
- Smoll FL, Smith RE. *Sport psychology for youth coaches*. Washington, Hemisphere. 1997.
- Tammelin T, Nayha S, Hills AP, *et al.* Adolescent participation in sports and adult physical activity. *American J Prevent Med*, 2003; 24, 22-28.
- Tammelin T, Nayha S, Laitinen L, *et al.* Physical activity and social status in adolescence as predictors of physical inactivity in adulthood. *Prevent Med*, 2003; 37, 375-381.
- Task Force on Community Preventive Services Recommendations to increase physical activity in communities. *Am J Prevent med*, 2002; 22: 67-72.
- Telama R, Yang X, Laakso L, *et al.* Physical activity in childhood and adolescence as predictor of physical activity in young adulthood. *Am J Prevent Med*, 1997; 13, 317-323.
- Thibaut JW, Kelley HH. *The social psychology of groups*. Nueva York, Wiley. 1959.
- Torre E. La actividad físico-deportiva extraescolar y su interrelación con el área de Educación Física en el alumnado de Enseñanzas Medias. [Tesis Doctoral]. Universidad de Granada, 1998.
- Tripp DA. The subjective pain experience of athletes following anterior Cruciate ligament surgery. *Psychol Sport Exerc*, 2004; 5, 339-354.
- Tripp DA, Stanish WD, Reardon G, *et al.* Comparing postoperative pain experiences of the adolescent and adult athlete after anterior cruciate ligament surgery. *Athletic Training*, 2003; 38, 154-157.
- Trost SG, Owen N, Bauman AE, *et al.* Correlates of adults' participation in physical activity: Review and update. *Med Sci Sports Exerc*, 1996-2002; 34.
- Trudeau F, Laurencelle L, Tremblay J, *et al.* Daily primary school physical education: Effects on physical activity during adult life. *Med Sci Sports Exerc*, 1999; 31, 111-117.
- Trudeau F, Shephard RJ. Contribution of school programmes to physical activity levels and attitudes in children and adults. *Sports Med*, 2005; 35, 98-105.
- Tuero C, Márquez S, De Paz JA. El cuestionario como instrumento de valoración de la actividad física. *Apunts Ed Fis Dep*, 2001; 63, 54-61.
- Udry E, Shelbourne KD, Gray T. Psychological readiness for anterior cruciate ligament surgery: Describing and comparing the adolescent and adult experiences. *Athletic Training*, 2003; 38, 167-171.
- Vives Benedicto L, Garcés de Los Fayos EJ. Autoconfianza y deporte: Aportaciones de la psicología del deporte para su optimización. En: Olmedilla A, Garcés de Los Fayos EJ, Nieto G, (coords.) *Manual de psicología del deporte*. Murcia, Diego Marín. 2002.
- Vives Benedicto L, Garcés de Los Fayos EJ. *Anorexia y bulimia en jóvenes universitarios. Implicaciones para su prevención y propuestas para programas de intervención*. Murcia, Asociación en Defensa de la Atención a la Anorexia Nerviosa y la Bulimia. 2005.
- Weinberg RS. Goal setting and motor performance: A review and critique. En: Roberts G (ed.). *Motivation in sport and exercise*. Champaign IL, Human Kinetics. 1992.
- Weinberg RS, Gould D. *Fundamentos de psicología del deporte y del ejercicio físico*. Barcelona, Ariel. 1996.
- Weiss MR. Psychological aspects of sport-injury rehabilitation: A developmental perspective. *Athletic Training*, 2003; 38, 172-175.
- Weiss MR, Chaumont N. Motivational orientations in sport. En: Horn T (ed.). *Advances in sport psychology*. Champaign IL, Human Kinetics. 1992; pp 61-99.
- Wiese-Bjornstal DM, Smith AM, Shaffer SM, *et al.* An integrated model of response to sport injury: Psychological and sociological dynamics. *J Appl Sport Psychol*, 1988; 10, 46-69.

- Wiese-Bjornstal DM. From skinned knees and peewees to menisci and masters: Developmental sport injury psychology. En: Weiss MR (ed.). *Developmental sport and exercise psychology: A lifespan perspective*. Morgantown WV, FIT. 2004.
- Williams JM. *Psicología aplicada al deporte*. Madrid, Biblioteca Nueva. 1991.
- Williams JM, Andersen MB. Psychological antecedents of sport injury: Review and critique of the stress and injury model. *J Appl Sport Psychol*, 1998; 10, 5-25.
- Williams JM, Roepke N. Psychology on injury and Injury rehabilitation. En: Singer R, Murphey E, Tennant L (eds.). *Handbook of research on sport psychology*. New York, MacMillan. 1993: pp 815-838.
- Wong EH, Bridges LJ. A model of motivational orientations for youth sport: Some preliminary work. *Adolescence*, 1995; 118, 437-452.

## PARTE IV: EL CONTROL Y PRESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD FÍSICA PARA LA SALUD

- AHA/ACSM Scientific Statement. Recommendations for cardiovascular screening, staffing, and emergency policies at health/fitness facilities. *Circulation*, 1998; 97, 2283-2293.
- Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, et al. Compendium of physical activities: An update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc*, 2000; 32, S498-S516.
- American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. *Guidelines for cardiac rehabilitation and secondary prevention programs*. Champaign IL, Human Kinetics. 2004.
- American College of Sports Medicine. *ACSM's Exercise management for persons with chronic diseases and disabilities*. Champaign IL, Human Kinetics. 1997.
- American College of Sports Medicine. Position stand: The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*, 1998; 30, 975-991.
- American College of Sports Medicine. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc*, 1998; 30, 992-1008.
- American College of Sports Medicine. *Manual ACSM para la valoración y prescripción del ejercicio*. Barcelona, Paidotribo. 1999.
- American College of Sports Medicine. *ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription*. Philadelphia, Lippincott Williams & Williams. 2000.
- American College of Sports Medicine. *Manual de Consulta para el control y la prescripción del ejercicio*. Barcelona, Paidotribo. 2000.
- American College of Sports Medicine. Position stand: Appropriate intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc*, 2001; 33, 2145-2156.
- American College of Sports Medicine. Position stand on progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*, 2002; 34, 364-380.
- American College of Sports Medicine. *ACSM's Exercise management for persons with chronic diseases and disabilities*. Champaign IL, Human Kinetics. 2003.
- American College of Sports Medicine. *Manual ACSM para la valoración y prescripción de ejercicio*. Barcelona, Paidotribo. 2005.
- American College of Sports Medicine. *ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription*. Philadelphia, Lippincott Williams & Williams. 2006.
- Baechle TR. *Essentials of strength training and conditioning (NSCA)*. Champaign IL, Human Kinetics. 2000.
- Blair SN, Kohl HW, Barlow CE, et al. Changes in physical fitness and all-cause mortality: A prospective study of healthy and unhealthy men. *JAMA*, 1995; 273, 1093-1098.
- Blair SN, Kohl HW, Gordon NF, et al. How much physical activity is good for health? *Ann Ref Publ Health*, 1992; 13, 99-126.
- Blair SN, Kohl HW, Paffenbarger RS, et al. Physical fitness and all-cause mortality: A prospective study of healthy men and women. *JAMA*, 1989; 262, 2395-2401.
- Boraita A. La práctica deportiva mejora el perfil lipídico plasmático, pero ¿a cualquier intensidad? *Rev Esp Cardiol*, 2004; 57, 495-498.
- Borms J. El ejercicio, la salud, la condición física y las personas de edad. En: *UNISPORT, el deporte hacia el siglo XXI*. Málaga, Unisport, Junta de Andalucía. 1995: pp 317-324.
- Bouchard C, Shepard RJ, Stephens T, et al. *Exercise, fitness and health*. Champaign IL, Human Kinetics. 1990.
- Bouchard C, Shepard RJ, Stephens T. *Physical activity, fitness and health Consensus*. Champaign IL, Human Kinetics. 1993.
- Bouchard C, Shepard RJ, Stephens T. *Physical activity, fitness and health. International proceedings and consensus statement*. Champaign IL, Human Kinetics. 1994.
- Brown DA, Miller WC. Normative data for strength and flexibility of women throughout life. *Eur J Appl Physiol*, 1998; 78, 77-82.
- Bryant CX, Franklin BA, Conviser JM. *Exercise testing and program design. A fitness professional's handbook*. Monterey, CA, Exercise Science Publishers. 2002.
- Buchner DM. Preserving mobility in older adults. *West J Med*, 1997; 167, 258-264.
- Canadian Society for Exercise Physiology. *Canadian physical activity, fitness and lifestyle appraisal manual*. Ottawa ON, Canadian Society for Exercise Physiology. 1997.
- Casas A. *Fundamentos científicos y metodológicos del ejercicio en la prevención e intervención sobre las enfermedades cardiovasculares*. La Plata, Editorial UCALP. 2006.
- Casas A. Evaluación de la aptitud física: Selección, administración de protocolos y valores de referencia. En: Jiménez A, (coord.). *Entrenamiento personal. Bases, fundamentos y aplicaciones*. Barcelona, Inde. 2004.
- Chisholm DM, Collis ML, Kulak LI, et al. *PAR-Q validation report: The evaluation of a self-administered pre-exercise screening questionnaire for adults*. Vancouver, Canadá, Ministry of Health. 1978.
- Earle RW, Baechle TR. *NSCA's Essentials of personal training*. Champaign IL, Human Kinetics. 2004.
- España Ros F. *Manual de cineantropometría*. Madrid, Fede. 1993.
- Esteve J. Prescripción de ejercicio aeróbico. En: Jiménez A, (coord.). *Entrenamiento personal. Bases, fundamentos y aplicaciones*. Barcelona, Inde. 2004.

- Eston R, Reilly T. *Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual. Tests, procedures and data*. London, Routledge. 2001.
- Feigenbaum MS, Pollock ML. Prescription of resistance training for health and disease. *Med Sci Sports Exerc*, 1999; 31, 38-45.
- Fleck SJ, Kraemer WJ. *Designing resistance training programs*. Champaign IL, Human Kinetics. 2004.
- Fletcher GF, Balady GJ, Froelicher VF, et al. Exercise standards: A statement from the American Heart Association. *Circulation*, 1995; 91, 580-615.
- Fletcher GF, Balady GJ, Amsterdam EA, et al. Exercise standards for testing and training: A statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation*, 2001; 104, 1694-1740.
- Garatachea N, Cavalcanti E, González-Gallego J, et al. Estimation of energy expenditure in healthy adults from the YMCA Submaximal Cycle Ergometer Test. *Eval Health Profes*, 2007; 30, 138-149.
- García Ferrando M. *Los españoles y el deporte: Prácticas y comportamientos en la última década del siglo XX*. Madrid, Consejo Superior de Deportes. 2001.
- Gledhill N. Assessment of fitness. En: Bouchard C, Shepard RJ, Stephens T, Sutton JR, McPherson BD (eds.). *Exercise, fitness, and health: A consensus of current knowledge*. Champaign IL, Human Kinetics. 1990: pp 121-126.
- Golding LA. *YMCA Fitness testing and assessment manual*. Champaign IL, Human Kinetics. 2000.
- Hass CJ, Feigenbaum MS, Franklin BA. Prescription of resistance training for healthy populations. *Sports Med*, 2001; 31, 953-964.
- Hass CJ, Garzarella L, Dehoyos D, et al. Single versus multiple sets and long-term recreational weight-lifters. *Med Sci Sports Exerc*, 2000; 32, 235-242.
- Heyward VH. *Evaluación y prescripción del ejercicio*. Barcelona, Paidotribo. 2000.
- Heyward VH. *Advanced fitness assessment and exercise prescription*. Champaign IL, Human Kinetics. 2006.
- Hoffman J. *Muscular fitness assessment and prescription*. Champaign IL, Human Kinetics. 2001.
- Howley ET, Franks BD. *Health fitness instructors handbook*. Champaign IL, Human Kinetics. 1992.
- Hurley BF. Does strength training improves health status? *J Strength Cond*, 1994; 16, 7-12.
- Hurley BF, Hagberg JM, Goldberg AP, et al. Resistive training can reduce coronary risk factors without altering VO<sub>2</sub> max or percent body fat. *Med Sci Sports Exerc*, 1988; 20, 150-154.
- Hurley BF, Hagberg JM. Optimizing health in older persons: Aerobic or strength training? *Exerc Sport Sci Rev*, 1998; 26, 61-89.
- Hurley BF, Seals DR, Ehsani AA, et al. Holloszy. Effects of high-intensity strength training on cardiovascular function. *Med Sci Sports Exerc*, 1984; 16, 483-488.
- Izquierdo MX. Aguado. Adaptaciones neuromusculares durante el entrenamiento de fuerza en hombres de diferentes edades. *Apunts, Educ Fis Dep*, 1999; 55, 20-26.
- Jackson AW, Morrow JR, Hill DW, et al. *Physical activity for health and fitness*. Champaign IL, Human Kinetics. 2004.
- Jackson AW, Morrow JR, Hill DW, et al. Statement on exercise: Benefits and recommendations for physical activity programs for all Americans. *Circulation*, 1996; 94, 857-862.
- Jiménez A. Fuerza y salud. *La aptitud músculo-esquelética, el entrenamiento de fuerza y la salud*. Barcelona, Ergo. 2003.
- Jiménez A. Entrevista inicial: Identificación de objetivos y necesidades del cliente. En: Jiménez A. (Coord.). *Entrenamiento Personal. Bases, Fundamentos y Aplicaciones*. Barcelona, Inde. 2004.
- Jimenez A. *Entrenamiento personal: Bases, fundamentos y aplicaciones*. Barcelona, Inde. 2005.
- Jiménez A. Fundamentos científicos del ejercicio para la prevención de enfermedades cardiovasculares. En: Casas A. (coord.). *Fundamentos científicos y metodológicos del ejercicio en la prevención e intervención sobre las enfermedades cardiovasculares*. La Plata, Editorial UCALP. 2006: pp 21-52.
- Jiménez A. Entrenamiento de fuerza y salud: Efectos positivos de los cambios producidos por el entrenamiento de fuerza sobre la salud. *PubliCE Standard*. 11/12/2006, Pid: 746.
- Jiménez A. Beneficios y recomendaciones de ejercicio físico para la mejora de la fuerza muscular en personas mayores. En: Garatachea N. *Actividad física y envejecimiento*. Sevilla, Wanceulen. 2007.
- Jiménez A, Aznar S, De Paz JA. Aplicación del modelo de estados de cambio a la aptitud músculo-esquelética en una población de adultos activos. *Kronos*, 2003; 4, 19-28.
- Jiménez A, De Paz JA, Aznar S. Aspectos metodológicos del entrenamiento de la fuerza en el campo de la salud. *Lecturas Ed Fis Dep*, 2003; 61.
- Jiménez A, Montil M. *Determinantes de la práctica de actividad física. Fundamentos, Conceptos y aplicaciones*. Madrid, Dykinson. 2006.
- Kell RT, Bell G, Quinney A. Musculoskeletal fitness, health outcomes and quality of life. *Sports Med*, 2001; 31, 863-873.
- Kibler WB. *Manual ACSM de medicina deportiva*. Barcelona, Paidotribo. 2004.
- Kurowski K, Chandran S. The preparticipation athletic evaluation. *Am Fam Physician*, 2000; 1, 2683-98.
- Layne JE, Nelson ME. The effect of progressive resistance training on bone density: A review. *Med Sci Sports Exerc*, 1999; 31, 25-30.
- Lee IM, Hsieh CC, Paffenbarger RS. Exercise intensity and longevity in men. The Harvard Alumni Health Study. *JAMA*, 1995; 273, 1179-1184.
- Lee IM, Paffenbarger RS. Is vigorous physical activity necessary to reduce the risk of cardiovascular disease? En: Leon AS. *Physical Activity and Cardiovascular Health. A National Consensus*. Champaign IL, Human Kinetics. 1997: pp 67-75.
- Lee IM, Paffenbarger RS. Associations of light, moderate and vigorous intensity physical activity with longevity. The Harvard Alumni Health Study. *Am J Epidemiol*, 2000; 151, 293-299.
- Lee IM, Paffenbarger RS. The role of physical activity in the prevention of coronary artery disease. En: Thompson PD (eds.). *Exercise in Sports Cardiology*. New York, McGraw-Hill. 2001.
- Lee IM, Sesso HD, Oguma Y, et al. Relative intensity of physical activity and risk of coronary heart disease. *Circulation*, 2003; 107: 1110-1116.
- Lenz TL, Lenz NJ, Faulkner MA. Potential interactions between exercise and drug therapy. *Sports Medicine*, 2004; 34, 293-306.
- Leon AS. *Physical activity and cardiovascular health. A national consensus*. Champaign IL, Human Kinetics. 1997.

- Mac Dougall Duncan J, Wenger *et al.* *Evaluación fisiológica del deportista*. Barcelona, Paidotribo. 2005.
- Maliszewski A. *Cardiorespiratory fitness assessment and prescription*. Champaign IL, Human Kinetics. 2001.
- Manidi MJ, Dafflon-Arvanitou I. Actividad física y salud. Aportaciones de las ciencias humanas y sociales. En: *Educación para la salud a través de la actividad física*. Barcelona, Masson. 2002.
- Maron BJ, Shirani J, Poliac LC, *et al.* Sudden death in young competitive athletes: Clinical, demographic, and pathological profiles. *JAMA*, 1996; 276, 199-204.
- Maron BJ, Thompson PD, Puffer JC. Cardiovascular preparticipation screening of competitive athletes: A statement for health professionals from the American Heart Association. *Circulation*, 1996; 94, 850-856.
- Nacleiro F. Entrenamiento de la fuerza con pesas: Cómo determinar la intensidad del esfuerzo y los diferentes tipos de fuerza a entrenar. *Lecturas Ed Fis Dep*, 2001; 29.
- Naclerio F. Nutrición y control del peso corporal. En: Jiménez A, (coord.). *Entrenamiento personal. Bases, fundamentos y aplicaciones*. Barcelona, Inde. 2005.
- NIH. National Institutes of Health. National Heart, Lung and Blood Institute. *Clinical guidelines on the identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults. The evidence report*. Bethesda. 1999.
- Olds T, Norton K. *Pre-Exercise Health Screening Guide*. Champaign IL, Human Kinetics. 1999.
- Pate RR, Pratt MPH, Blair SN, *et al.* Physical activity and public health - A Recommendation from the centers for disease control and prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA*, 1995; 273, 402-407.
- Payne N, Gledhill N, Katzarmzyk PT, *et al.* Health implications of musculoskeletal fitness. *Can J Appl Physiol*, 2000; 25, 114-126.
- Pedersen BK, Saltin B. Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. *Scand J Med Sci Sports*, 2006; 16 Supl 1, 3-63.
- Pollock ML, Wilmore JH. *Exercise in health and disease. Evaluation and prescription for prevention and rehabilitation*. Philadelphia, W. B. Saunders Company. 1990.
- Rhea M. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *J Strength Cond Res*, 2004; 18, 918-920.
- Rhea M. Synthesizing strength training research through the use of the meta-analysis. *J Strength Cond Res*, 2004; 18, 921-923.
- Rhea M, Alderman BA. Meta-Analysis of periodized versus non-periodized strength and power training programs. *Res Q Exerc Sport*, 2004; 75, 413-422.
- Rhea M, Alvar B, Burkett L, *et al.* A meta-Analysis to determine the dose-response relationship for strength development: Volume, intensity, and frequency of training. *Med Sci Sport Exerc*, 2003; 35, 456-464.
- Rodríguez FA. Prescripción de ejercicio para la salud (I). Resistencia cardiorrespiratoria. *Apunts Ed Fis Dep*, 1995; 39, 87-102.
- Rodríguez FA. Prescripción de ejercicio para la salud (y II). Pérdida de peso y condición músculo-esquelética. *Apunts Ed Fis Dep*, 1995; 40, 83-92.
- Sanders AK, Boggess BR, Koenig SJ, *et al.* Medicolegal issues in Sports Medicine. *Clin Orthop Relat Res*, 2005; 433, 38-49.
- Serra Grima JR, Bagur Calafat C. *Prescripción de ejercicio físico para la salud*. Barcelona, Paidotribo. 2004.
- Serra JR. *Prescripción de ejercicio físico para la salud*. Barcelona, Paidotribo. 1996.
- Shephard RJ. Costs and benefits of an exercising versus a non-exercising society. En: Bouchard C, *et al.* (eds.). *Exercise, fitness, and health: A consensus of current knowledge*. Champaign IL, Human Kinetics. 1990: pp 49-60.
- Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad. Consenso español 1995 para la evaluación de la obesidad y para la realización de estudios epidemiológicos. *Med Clin*, 1996; 107, 782-787.
- Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad. Consenso SEEDO'2000 para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica. *Med Clin*, 2000; 115, 587-597.
- Suárez-Mier MP, Aguilera B. Causas de muerte súbita asociada al deporte en España. *Rev Esp Cardiol*, 2002; 55, 347-58.
- Suni JH, Oja P, Miilumpalo SI, *et al.* Health-related fitness test battery for adults: Association with perceived health, mobility, and back function and symptoms. *Arch Phys Med Rehabil*, 1998; 79, 559-569.
- Tan B. Manipulating resistance training program variables to optimize maximum strength in men: A review. *J Strength Cond Res*, 1999; 13, 289-304.
- Thomas S, Reading J, Shephard RJ. Revision of the Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q). *Can J Sport Sci*, 1992; 17, 338-345.
- Tomás LL. La evolución de los programas de ejercicio físico en el ámbito de la salud. En: Serra JR, (coord.). *Prescripción de ejercicio físico para la salud*. Barcelona, Paidotribo. 1996: pp 9-25.
- Tous J. *Nuevas tendencias en fuerza y musculación*. Barcelona, Ergo. 1999.
- U.S. Department Of Health And Human Services. *Physical activity and Health: A report of the Surgeon General*. Atlanta, GA: US Dept of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Promotion. 1996.
- U.S. Department of Health and Human Services. *Public Health Service, Centers For Disease Control And Prevention. Promoting physical activity. A guide for community action*. Champaign IL, Human Kinetics. 1999.
- Verkhoshansky IV. Bases científicas de la teoría moderna y de la metodología del entrenamiento deportivo. En: *UNISPORT, el deporte hacia el siglo XXI*. Málaga, Unisport, Junta de Andalucía. 1995: pp 338-339.
- Vuori I, Fentem P. Informe de toma de postura: Salud. Síntesis de las investigaciones actuales. En: *CDDS-CE, La función del deporte en la sociedad. Salud, Socialización, Economía. Mº Educación y Cultura. Consejo Superior de Deportes*. Madrid, Consejo de Europa. 1996: pp 11-95.
- Vuori I, Oja P, Cavill N, Coumans B. La actividad física para la mejora de la salud. *Guía Europea*, 1998. En <http://www.femede.es> (Consulta: 2/3/05).
- Warburton DER, Gledhill N, Quinney A. Musculoskeletal fitness and health. *Can J Appl Physiol*, 2001; 26, 217-237.
- Warburton DER, Gledhill N, Quinney HA. The effects of changes in musculoskeletal fitness on health. *Can J Appl Physiol*, 2001; 26, 161-216.
- Wathen D. Load assignment. En: Baechle TR (ed.). *Essentials of strength training and conditioning*. Champaign IL, Human Kinetics. 1994: pp 435-439.

Wilmore J. Alterations in strength, body composition, and anthropometric measurements consequent to a 10-week weight training program. *Med Sci Sports*, 1974; 6, 133-138.

## PARTE V: LA ACTIVIDAD FÍSICA COMO FUENTE DE SALUD EN DIFERENTES ENFERMEDADES

- Abadal LT, Puig T, Balaguer Vintro I. Incidence, mortality and risk factors for stroke in the Manresa Study: 28 years of follow-up. *Rev Esp Cardiol*, 2000; 53, 15-20.
- Aguilo A, Tauler P, Pilar Guix M, *et al.* Effect of exercise intensity and training on antioxidants and cholesterol profile in cyclists. *J Nutr Biochem*, 2003; 14, 319-325.
- Al-Ajlan AR, Mehdi SR. Effects and a dose response relationship of physical activity to high density lipoprotein cholesterol and body mass index among Saudis. *Saudi Med J*, 2005; 26, 1107-1111.
- Alam S, Stolinski M, Pentecost C, *et al.* The effect of a six-month exercise program on very low-density lipoprotein apolipoprotein B secretion in type 2 diabetes. *J Clin Endocrinol Metab*, 2004; 89, 688-694.
- Alberti KG, Zimmet P, Shaw J. Metabolic syndrome-a new worldwide definition. A consensus statement from the International Diabetes Federation. *Diabet Med*, 2006; 23, 469-80.
- Albright A, Franz M, Hornsby G, *et al.* American College of Sports Medicine Position Stand: Exercise and type 2 diabetes. *Med Sci Sports Exerc*, 2000; 32, 1345-1360.
- Altena TS, Michaelson JL, Ball SD, *et al.* Single sessions of intermittent and continuous exercise and postprandial lipemia. *Med Sci Sports Exerc*, 2004; 36, 1364-1371.
- American Academy of Pediatrics. Strength training, weight and power lifting and bodybuilding by children and adolescents. *Pediatrics*, 1990; 86, 801-803.
- American Academy of Pediatrics. Strength by children and adolescents. *Pediatrics*, 2001; 107, 1470-1472.
- American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. *Guidelines for pulmonary rehabilitation programs*. Champaign IL, Human Kinetics. 1998.
- American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. *Guidelines for cardiac rehabilitation and secondary prevention Programs*. Champaign IL, Human Kinetics. 1999, 2004.
- American College of Sports Medicine Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*, 1998; 30, 975-991.
- American College of Endocrinology Task Force on the Insulin Resistance Syndrome. American College of Endocrinology Position Statement on the Insulin Resistance Syndrome. *Endocr Pract*, 2003; 9, 236-52.
- American College of Sports Medicine. *ACSM's Exercise management for persons with chronic diseases and disabilities*. Champaign IL, Human Kinetics. 1997.
- American College of Sports Medicine. *ACSM's Exercise management for persons with chronic diseases and disabilities*. Champaign IL, Human Kinetics. 2003.
- American College of Sports Medicine. *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Philadelphia, Lippincott Williams & Williams. 2006.
- American College of Sports Medicine. *Guidelines for exercise testing and prescription*. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins. 2000.
- American College of Sports Medicine. *Manual ACSM para la valoración y prescripción del ejercicio*. Barcelona, Paidotribo. 1999.
- American College of Sports Medicine. *Manual de consulta para el control y la prescripción del ejercicio*. Barcelona, Paidotribo. 2000.
- American College of Sports Medicine. Position stand: Appropriate intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for Adults. *Med Sci Sports Exerc*, 2001; 33, 2145-2156.
- American College of Sports Medicine. Position stand: Exercise and hypertension. *Med Sci Sports Exerc*, 2004; 36, 533-553.
- American Heart Association, 2003. *Heart and Stroke Statistical Update*. Dallas TX, American Heart Association. 2003.
- American Heart Association. *Doctors should encourage cardiac rehab programas*. En: <http://americanheart.org/presenter.jhtml?identifier=3028355>. (Consulta: 7/2/07).
- American Thoracic Society Statement. Standards for the diagnosis and care of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*, 1995; 160, 1666-1682.
- Ames SK, Ellis KJ, Gunn SK, *et al.* Vitamin D receptor gene FokI polymorphism predicts calcium absorption and bone mineral density in children. *J Bone Miner Res*, 1999; 14, 740-746.
- Ammann P, Rizzoli R, Meyer JM, *et al.* Bone density and shape as determinants of bone strength in IGF-I and/or pamidronate-treated ovariectomized rats. *Osteoporos Int*, 1996; 6, 219-227.
- Aranceta J, Foz M, Gil B, *et al.* Documento de consenso: Obesidad y riesgo cardiovascular. *Clin Invest Arterioscl*, 2003; 1, 196-233.
- Aranceta J, Pérez Rodrigo C, Serra Majem L, *et al.* Prevalencia de la obesidad en España: Resultados del estudio SEEDO'2000. *Med Clin*, 2003; 120, 608-12.
- Aranceta J, Pérez Rodrigo C, Serra Majem L, *et al.* Estudio DORICA: Dislipemia, obesidad y riesgo cardiovascular. Madrid, Estudio DORICA. Panamericana. 2004.
- Aranceta-Bartrina J, Serra-Majem L, Foz-Sala M, *et al.* Prevalence of obesity in Spain. *Med Clin*, 2005; 125, 460-466.
- Aronov DM, Bubnov MG, Perova NV, *et al.* Multidirectional effects of exercise of various type and intensity on lipid transport system of blood in healthy subjects and patients with coronary heart disease. *Ter Arkh*, 2005; 77, 43-49.
- Association/National Heart, Lung, and Blood Institute Scientific Statement. Executive Summary. *Circulation*, 2005; 112, 285-90.
- Atkinson M, MacLaren NK. Mechanism of disease: The pathogenesis of insulin dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med*, 2001; 24, 1014-8.
- Azria M, Copp DH, Zanelli JM. 25 years of salmon calcitonin: From synthesis to therapeutic use. *Calcif Tissue Int*, 1995; 57, 405-408.
- Bachrach LK, Hastie T, Wang MC, *et al.* Bone mineral acquisition in healthy Asian, Hispanic, black, and Caucasian youth: A longitudinal study. *J Clin Endocrinology Metab*, 1999; 84, 4702-4712.

- Bailey DA, Faulkner RA, McKay HA. Growth, physical activity, and bone mineral acquisition. *Exerc Sport Sci Rev*, 1996; 24, 233-266.
- Ballor DL, Katch VL, Becque MD, *et al.* Resistance weight training during caloric restriction enhances lean body weight maintenance. *Am J Clin Nutr*, 1988; 47, 19-25.
- Bandres E, Pombo I, Gonzalez-Huarriz M, *et al.* Association between bone mineral density and polymorphisms of the VDR, ER $\alpha$ , COL1A1 and CTR genes in Spanish postmenopausal women. *J Endocrinol Invest*, 2005; 28, 312-321.
- Banegas Banegas JR, Villar Álvarez F, Pérez de Andrés C, *et al.* Estudio epidemiológico de los factores de riesgo cardiovascular en la población española de 35 a 64 años. *Rev San Hig Pub*, 1993; 67, 419-445.
- Bangsbo J. The physiology of soccer with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiol Scand*, 1994; Supl 619, 1-155.
- Barlow CE, Kohl III HW, Gibbons LW, *et al.* Physical activity, mortality and obesity. *Int J Obes*, 1995; 19, S41-S44.
- Barrio R, López-Capapé E, Colino E, *et al.* Obesidad y síndrome metabólico en la infancia. *Endocrinol Nutr*, 2005; 52, 66-74.
- Bass S, Pearce G, Bradney M, *et al.* Exercise before puberty may confer residual benefits in bone density in adulthood: Studies in active prepubertal and retired female gymnasts. *J Bone Miner Res*, 1998; 13, 500-507.
- Bemben DA, Fettes NL, Bemben MG, *et al.* Musculoskeletal responses to high-and low-intensity resistance training in early postmenopausal women. *Med Sci Sports Exerc*, 2000; 32, 1949-1957.
- Berlin JA, Colditz GA. A meta-analysis of physical activity in the prevention of coronary heart disease. *Am J Epidemiol*, 1990; 312, 612-628.
- Bernard S, Whittom F, Leblanc P, *et al.* Aerobic and strength training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*, 1999; 159, 896-901.
- Bernstein MS, Costanza MC, James RW, *et al.* No physical activity x CETP 1b.-629 interaction effects on lipid profile. *Med Sci Sports Exerc*, 2003; 35, 1124-1129.
- Black P, Gutjahr P, Stopfkuchen H. Physical performance in long-term survivors of acute leukemia in childhood. *Eur J Pediatr*, 1998; 157, 464-467.
- Blumenthal JA, Emery CF, Madden DJ, *et al.* Effects of exercise training on cardiorespiratory function in men and women >60 years of age. *Am J Cardiol*, 1991; 67, 633-639.
- Boereboom FT, Raymakers JA, de Groot RR, *et al.* Epidemiology of hip fractures in The Netherlands: Women compared with men. *Osteoporos Int*, 1992; 2, 279-284.
- Boix R, Canellas S, Almazán E, Cerrato C. Mortalidad cardiovascular en España. Año 2000. *Boletín Epidemiológico Semanal*, 2003; 11, 241-252.
- Bonjour JP, Theintz G, Buchs B, *et al.* Critical years and stages of puberty for spinal and femoral bone mass accumulation during adolescence. *J Clin Endocrinol Metab*, 1991; 73, 555-563.
- Boraita A. La práctica deportiva mejora el perfil lipídico plasmático, pero ¿a cualquier intensidad? *Rev Esp Cardiol*, 2004; 57, 495-498.
- Boreham CA, Kennedy RA, Murphy MH, *et al.* Training effects of short bouts of stair climbing on cardiorespiratory fitness, blood lipids, and homocysteine in sedentary young women. *Br J Sports Medicine*, 2005; 39, 590-593.
- Bosch X, Alfonso F, Bermejo J. Clinical studies reported in the 74th annual scientific sessions of the American Heart Association (Anaheim November 11-14, 2001). *Rev Esp Cardiol*, 2002; 55, 155-66.
- Boskey AL. Mineralization, structure, and function of bone. En: MJ Seibel, SP Robins and JP Bilezikian (eds.). *Dynamics of bone and cartilage metabolism*. San Diego CA, Academic Press. 1999: pp 153-164.
- Bouchard C, Tremblay A, Despres JP, *et al.* The response to exercise with constant energy intake in identical twins. *Obes Res*, 1994; 5, 400-410.
- Bouee S, Lafuma A, Fagnani F, *et al.* Estimation of direct unit costs associated with non-vertebral osteoporotic fractures in five European countries. *Rheumatology Int*, 2006; 26, 1063-1072.
- Bradney M, Pearce G, Naughton G, *et al.* Moderate exercise during growth in prepubertal boys: Changes in bone mass, size, volumetric density, and bone strength: A controlled prospective study. *J Bone Miner Res*, 1998; 13, 1814-1821.
- Brahm H, Piehl-Aulin K, Saltin B, *et al.* Net fluxes over working thigh of hormones, growth factors and biomarkers of bone metabolism during short lasting dynamic exercise. *Calcif Tissue Int*, 1997; 60, 175-180.
- Braith Randy W. Role of exercise in rehabilitation of cancer survivors. *Pediatr Blood Cancer*, 2005; 44, 1-5.
- Burger EH, Klein-Nulend J. Mechanotransduction in bone: role of the lacuno-canalicular network. *FASEB J*, 1999; 13, S101-112.
- Buyukyazi G. Differences in blood lipids and apolipoproteins between master athletes, recreational athletes and sedentary men. *J Sports Med*, 2005; 45, 112-120.
- Calbet JA, Diaz Herrera P, Rodriguez LP. High bone mineral density in male elite professional volleyball players. *Osteoporos Int*, 1999; 10, 468-474.
- Calbet JA, Dorado C, Diaz-Herrera P, *et al.* High femoral bone mineral content and density in male football (soccer) players. *Med Sci Sports Exerc*, 2001; 33, 1682-1687.
- Calbet JA, Moysi JS, Dorado C, *et al.* Bone mineral content and density in professional tennis players. *Calcif Tissue Int*, 1998; 62, 491-496.
- Calvo C. *Diagnóstico y evaluación del paciente hipertenso. Asociación con otros factores de riesgo*. Madrid, Biblioteca Básica Schelha. Doyma. 2000.
- Cameron AJ, Shaw JE, Zimmet PZ. The metabolic syndrome: Prevalence in worldwide populations. *Endocrinol Metab Clin North Am*, 2004; 33, 351-75.
- Canadian Diabetes Association Clinical Guidelines *Expert Committee*. Physical activity and diabetes. *Can J Diabetes*, 2003; 27, S24-S26.
- Carmeliet G, Verstuyf A, Daci E, Bouillon R. The vitamin D hormone and its nuclear receptor: Genomic mechanisms involved in bone biology. En: Seibel MJ, Robins SP, Bilezikian JP (eds.). *Dynamics of bone and cartilage metabolism*. Academic Press. San Diego, California. 1999: pp 217-231.
- Carrero R, Portillo MP, Garaulet M, *et al.* Para la Comisión de Investigación Básica en Obesidad de la SEEDO. *Rev Esp Obes*, 2003; I, 71-76.
- Casaburi R, Gosselink R, Decramer M, *et al.* Skeletal muscle dysfunction in obstructive pulmonary disease: A statement of the American Thoracic Society and European Respiratory Society. *Am J Respir Crit Care Med*, 1999; 159, S1-S40.
- Casas A. *Fundamentos científicos y metodológicos del ejercicio en la prevención e intervención sobre las enfermedades cardiovasculares*. La Plata, Editorial UCALP. 2006.

- Castaneda C, Layne JE, Munoz-Orians L, *et al.* A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 2002; 25, 2335-2341.
- Castell C, Tresserras R, Serra J, Goday A, *et al.* Prevalence of diabetes in Catalonia (Spain): An oral glucose tolerance test-based population study. *Diabetes Res Clin Pract*, 1999; 43:33-40.
- Center JR, Nguyen TV, Schneider D, *et al.* Mortality after all major types of osteoporotic fracture in men and women: An observational study. *Lancet*, 1999; 353, 878-882.
- Cerny FW, Zhan S. Chronic obstructive pulmonary disease. En: LeMura LM, von Duvillard SP (eds.). *Clinical exercise physiology*. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins. 2004: pp 157-168, 2004.
- Cesari M, Kritchevsky SB, Nicklas BJ, *et al.* Lipoprotein peroxidation and mobility limitation: Results from the Health, Aging, and Body Composition Study. *Arch Intern Med*, 2005; 165, 2148-2154.
- Chang CK, Tseng HF, Hsuw YD, *et al.* Higher, L. D. L. oxidation at rest and after a rugby game in weekend warriors. *Ann Nutr Metab*, 2002; 46, 103-107.
- Chen ZM, Peto R, Collins R, *et al.* Serum cholesterol concentration and coronary heart disease in a population with low cholesterol concentrations. *Br Med J*, 1991; 303, 276-282.
- Chilibeck PD, Sale DG, Webber CE. Exercise and bone mineral density. *Sports Medicine*, 1995; 19, 103-122.
- Chobanian AV, Bakris GL, Black HR. and the National High Blood Pressure Education Program Coordinating Committee. The Seventh report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure. The JNC 7 Report. *Hypertens*, 2003; 42, 1206-1252.
- Coca A. *Etiopatogenia de la hipertensión*. Biblioteca Básica Sehlehla. Madrid, Ediciones Doyma. 1999.
- Collins ED, Norman AW, Vitamin D. En: Rucker RB, Suttie JW, DB McCormick DB, Machlin LJ (eds.). *Handbook of vitamins*. New York, Marcel Dekker, Inc. 2001: pp 51-113.
- Conget I. Diagnóstico, clasificación y patogenia de la diabetes mellitus. *Rev Esp Cardiol*, 2002; 55, 528-538.
- Conover CA. Insulin-like growth factor binding protein proteolysis in bone cell models. *Prog Growth Factor Res*, 1995; 6, 301-309.
- Cooper C, Cawley M, Bhalla A, *et al.* Childhood growth, physical activity, and peak bone mass in women. *J Bone Miner Res*, 1995; 10, 940-947.
- Cooper C, Fall C, Egger P, *et al.* Growth in infancy and bone mass in later life. *Ann Rheum Dis*, 1997; 56, 17-21.
- Cooper C. Epidemiology of osteoporosis. *Osteoporos Int*, 1999; 9 Supl 2: S2-8.
- Cooper C. The crippling consequences of fractures and their impact on quality of life. *Am J Med*, 1997; 103, 12S-17S.
- Cooper ChB. Exercise in chronic pulmonary disease: Aerobic exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc*, 2001; 33, S671-S679.
- Courneya Kerry S, Keats MR, *et al.* Physical exercise and quality of life in cancer patients following high dose chemotherapy and autologous bone marrow transplantation. *Psycho-Oncology*, 2000; 9, 127-136.
- Courteix D, Lespessailles E, Peres SL, *et al.* Effect of physical training on bone mineral density in prepubertal girls: A comparative study between impact-loading and non-impact-loading sports. *Osteoporos Int*, 1998; 8, 152-158.
- Coverly MK, Larson JL, Wirtz S. Reliability of submaximal exercise tests in patients with COPD. *Med Sci Sports Exerc*, 1999; 31, 1257-1264.
- Cuesta A, Revilla M, Villa LF, *et al.* Total and regional bone mineral content in Spanish professional ballet dancers. *Calcif Tissue Int*, 1996; 58, 150-154.
- Cuff DJ, Meneilly GS, Martin A, *et al.* Effective exercise modality to reduce insulin resistance in women with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 2003; 26, 2977-2982.
- Cummings SR, Black DM, Nevitt MC, *et al.* Bone density at various sites for prediction of hip fractures. The Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *Lancet*, 1993; 341, 72-75.
- Cummings SR, Nevitt MC, Browner WS, *et al.* Risk factors for hip fracture in white women. Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *N Engl J Med*, 1995; 332, 767-773.
- Cunningham BA, Morris G, Cheney CL. *et al.* Effects of resistive exercise on skeletal muscle in marrow transplant recipients receiving total parental nutrition. *J Parenter Enteral Nutr*, 1986; 10, 558-563.
- Currey JD. Role of collagen and other organics in the mechanical properties of bone. *Osteoporos Int*, 2003; 14, S29-S36.
- Currey JD. Tensile yield in compact bone is determined by strain, post-yield behaviour by mineral content. *J Biomechanics*, 2004; 37, 549-556.
- Dargent-Molina P, Favier F, Grandjean H, *et al.* Fall-related factors and risk of hip fracture: The EPIDOS prospective study. *Lancet*, 1996; 348, 145-149.
- De Laet CE, van Hout BA, Burger H, *et al.* Bone density and risk of hip fracture in men and women: Cross sectional analysis. *Br Med J*, 1997; 315, 221-225.
- Decramer M, de Bock C, Dom R. Functional and histologic picture of steroid-induced myopathy in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*, 1996; 153, 1958-1964.
- Demay MB, Kiernan MS, DeLuca HF, *et al.* Sequences in the human parathyroid hormone gene that bind the 1, 25-dihydroxyvitamin D3 receptor and mediate transcriptional repression in response to 1, 25-dihydroxyvitamin D3. *Proc Nat Acad Sci USA*, 1992; 89, 8097-8101.
- Després JP, Bouchard C, Malina RM. Physical activity and coronary heart disease risk factors during childhood and adolescence. En: Pandolf KB, Holoszy JO (eds.). *Exercise and Sport Sciences Review*. Baltimore, Williams Wilkins. 1990: pp 243-261.
- Després JP, Moorjani S, Tremblay A, *et al.* Heredity and changes in plasma lipids and lipoproteins alter short-term exercise training in men. *Arteriosclerosis*, 1988; 8, 402-409.
- Després JP, Tremblay A, Noorjani S, *et al.* Long-term exercise training with constant energy intake 3: Effects on plasma lipoprotein levels. *Int J Obes*, 1990; 14, 85-94.
- Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrates, Fiber, Fat, Protein and Amino Acids (Macronutrients)*. Food and Nutrition Board (FNB), Institute of Medicine (IOM). 2002.
- Dimeo F, Bertz H, Finke J, *et al.* An aerobic exercise program for patients with hematological malignancies after bone marrow transplantation. *Bone Marrow Transplant*, 1996; 18, 1157-1160.
- Dimeo FC, Fetscher S, Lange W, *et al.* Effects of aerobic exercise on the physical performance and incidence of treatment-

- related complications after high-dose chemotherapy. *Blood*, 1997; 90, 3390-394.
- Dimeo FC. Effects of exercise on cancer-related fatigue. *Cancer*, 2001; 92: 1689-93.
- Donnelly JE, Jacobsen DJ, Snyder K, *et al.* The effects of 18 months of intermittent vs continuous exercise on aerobic capacity, body weight and composition and metabolic fitness in previously sedentary moderately obese females. *Int J Obes*, 2000; 24, 566-572.
- Dorado C, Sanchis Moysi J, Vicente G, *et al.* Bone mass, bone mineral density and muscle mass in professional golfers. *J Sports Sci*, 2002; 20, 591-597.
- Dornemann TM, McMurray RG, Renner JB, *et al.* Effects of high-intensity resistance exercise on bone mineral density and muscle strength of 40-50-year-old women. *J Sports Med Phys Fitness*, 1997; 37, 246-251.
- Duncan JJ, Gordon NF, Scott CB. Women walking for health and fitness: How much is enough? *JAMA*, 1991; 266, 3295-3299.
- Dunstan DW, Daly RM, Owen N, *et al.* High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 2002; 25, 1729-1736.
- Dunstan DW, Puddey IB, Beilin LJ, *et al.* Effects of a short-term circuit weight training program on glycaemic control in NIDDM. *Diabetes Res Clin Pract*, 1998; 40, 53-61.
- Duppe H, Cooper C, Gardsell P, Johnell O. The relationship between childhood growth, bone mass, and muscle strength in male and female adolescents. *Calcif Tissue Int*, 1997; 60, 405-409.
- Durstine JL, Grandjean PW, Cox CA, *et al.* Lipids, lipoproteins, and exercise. *J Cardiopulm Rehabil*, 2002; 22, 385-398.
- Durstine JL, Haskell WL. Effects of exercise training on plasma lipids and lipoproteins. En: Holloszy JO (ed.). *Exercise and Sports Sciences Reviews*. Baltimore, Williams & Wilkins. 1994; pp 477-523.
- Durstine JL, Pate RR, Sparling PB, *et al.* Lipid lipoprotein, and iron status of elite women distance runners. *Int J Sports Med*, 1987; 8, 119-123.
- Ebisu T. Splinting the distances of endurance training: On cardiovascular endurance and blood lipids. *Jpn J Phy Educ*, 1985; 30, 37-43.
- Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ. The metabolic syndrome. *Lancet*, 2005; 365, 1415-1428.
- Eckel RH, Krauss RM, for the AHA Nutrition Committee. American Heart Association call to action: Obesity as a major risk factor for coronary heart disease. *Circulation*, 1998; 97, 2099-2100.
- Editorial. Fracture patterns revisited. *Lancet*, 1990; 336, 1290-1291.
- Efstathiadou Z, Tsatsoulis A, Ioannidis JP. Association of collagen Ialpha 1 Sp1 polymorphism with the risk of prevalent fractures: A meta-analysis. *J Bone Miner Res*, 2001; 16, 1586-1592.
- El Haj AJ, Minter SL, Rawlinson SC, *et al.* Cellular responses to mechanical loading in vitro. *J Bone Miner Res*, 1990; 5, 923-932.
- Elias JA, Tang W, Horowitz MC. Cytokine and hormonal stimulation of human osteosarcoma interleukin-11 production. *Endocrinology*, 1995; 136, 489-498.
- El-Sayed MS, Younesian A. Lipid profiles are influenced by arm cranking exercise and training in individuals with spinal cord injury. *Spinal Cord*, 2005; 43, 299-305.
- Engelen MP, Schols AM, Baken WC, *et al.* Nutritional depletion in relation to respiratory and peripheral skeletal muscle function in out-patients with COPD. *Eur Respir J*, 1994; 7, 1793-1797.
- Ensrud KE, Stone K, Cauley JA, *et al.* Vitamin D receptor gene polymorphisms and the risk of fractures in older women. *J Bone Miner Res*, 1999; 14, 1637-1645.
- Eriksson J, Taimela S, Eriksson K, *et al.* Resistance training in the treatment of non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Int J Sports Med*, 1997; 18, 242-246.
- Espinosa JS, Bravo JC. *Rehabilitación cardiaca y atención primaria*. 2000.
- Estudio Prospectivo Delphi. *Costes sociales y económicos de la obesidad y sus patologías asociadas*. Madrid, Gabinete de estudios Bernard Krief. 1999.
- European Society of Hypertension. European Society of Cardiology Guidelines for the management of arterial hypertension. *J Hypertens*, 2003; 21, 1011-1053.
- Executive Summary of the Third Report of The National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA*, 2001; 285, 2486-2.
- Fagard RH. Exercise characteristics and the blood pressure response to dynamic physical training. *Med Sci Sports Exerc*, 2001; 33 Supl: S484-492.
- Fardy P, Franklin B, Porcari J, *et al.* *Training techniques in cardiac rehabilitation (Cardiac Rehabilitation Series, Monograph Number: 3)*. Champaign IL, Human Kinetics. 1998.
- Farmer ME, Harris T, Madans JH, *et al.* Anthropometric indicators and hip fracture. The NHANES I epidemiologic follow-up study. *J Am Geriatr Soc*, 1989; 37, 9-16.
- Farrell SW, Kampert JB, Kohl HW, *et al.* Influences of cardiorespiratory fitness levels and others predictors on cardiovascular disease mortality in men. *Med Sci Sports Exerc*, 1998; 30, 899-905.
- Faulkner KG, Cummings SR, Black D, *et al.* Simple measurement of femoral geometry predicts hip fracture: The study of osteoporotic fractures. *J Bone Miner Res*, 1993; 8, 1211-1217.
- Felson DT, Zhang Y, Hannan MT, *et al.* Effects of weight and body mass index on bone mineral density in men and women: The Framingham study. *J Bone Miner Res*, 1993; 8, 567-573.
- Ferguson MA, Alderson NL, Trost SG, *et al.* Plasma lipid and lipoprotein responses during exercise. *Scand J Clin Lab Invest*, 2003; 63, 73-79.
- Fletcher GF, Balady GJ, *et al.* Exercise standards: A statement for healthcare professionals from the American Heart Association Writing Group. *Circulation*, 1995; 91, 580-615.
- Fletcher GF, Balady G, Blair SN, *et al.* Statements on exercise: Benefits and recommendations for physical activity programs for all Americans: A statement for health professionals by the Committee on Exercise and Cardiac Rehabilitation of the Council on Clinical Cardiology. *Circulation*, 1996; 94, 857-62.
- Fletcher GF, Balady GJ, *et al.* Exercise Standards for Testing and Training: A Statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation*, 2001; 104: 1694-1740.
- Fournier PE, Rizzoli R, Slosman DO, *et al.* Asynchrony between the rates of standing height gain and bone mass accumulation during puberty. *Osteoporosis Int*, 1997; 7, 525-532.
- Frankel EN, Kanner J, German JB, *et al.* Inhibition of oxidation of human low-density lipoprotein by phenolic substances in red wine. *Lancet*, 1993; 341, 454-457.

- Franklin BA, Gordon S, Timmis GC. Amount of exercise necessary for the patient with coronary artery disease. *Am J Cardiol*, 1996; 69, 1426-1432.
- Franklin BA. Survival on the fittest: Evidence for high-risk and cardioprotective fitness levels. *Curr Sports Medicine Rep*, 2002; 1, 257-259.
- Fransson EI, Alfredsson LS, de Faire UH, *et al.* WOLF Study. Leisure time, occupational and household physical activity, and risk factors for cardiovascular disease in working men and women: The WOLF study. *Scand J Public Health*, 2003; 31, 324-333.
- Fuchs RK, Snow CM. Gains in hip bone mass from high-impact training are maintained: A randomized controlled trial in children. *J Pediatr*, 2002; 141, 357-362.
- Fuster VP, Meco López JF. Nuevos conceptos en el tratamiento dietético del síndrome metabólico. *Rev Clin Esp*, 2006; 206, 100-102.
- Gabir MM, Hanson RL, Dabelza D, *et al.* The 1997 American Diabetes Association and 1999 World Health Organization Criteria for hyperglucemia in the diagnosis and prediction of diabetes. *Diabetes Care*, 2000; 23, 1108-12.
- Garnero P, Hausherr E, Chapuy MC, *et al.* Markers of bone resorption predict hip fracture in elderly women: The EPIDOS Prospective Study. *J Bone Miner Res*, 1996; 11, 1531-1538.
- Garraway WM, Stauffer RN, Kurland LT, *et al.* Limb fractures in a defined population. I. Frequency and distribution. *Mayo Clinic Proceed*, 1979; 54, 701-707.
- Garrow JS, Summerbell CD. Meta-analysis: Effect of exercise, with or without dieting on the body composition of overweight subjects. *Eur J Clin Nutr*, 1995; 49, 1-10.
- Geliebter A, Maher MM, Gerace L, *et al.* Effects of strength or aerobic training on body composition, resting metabolic rate, and peak oxygen consumption in obese dieting subjects. *Am J Clin Nutr*, 1997; 66, 557-563.
- Geneser F. *Histología sobre bases biomoleculares*. Buenos Aires, Panamericana. 2000.
- Gill JM, Al-Mamari A, Ferrell WR, *et al.* Effects of a moderate exercise session on postprandial lipoproteins, apolipoproteins and lipoprotein remnants in middle-aged men. *Atherosclerosis*, 2006; 185, 87-96.
- Gill JM, Caslake MJ, McAllister C, *et al.* Effects of short-term detraining on postprandial metabolism, endothelial function, and inflammation in endurance-trained men: Dissociation between changes in triglyceride metabolism and endothelial function. *J Clin Endocrinol Metab*, 2003; 88, 4328-4335.
- Gill JM, Hardman AE. Exercise and postprandial lipid metabolism: An update on potential mechanisms and interactions with high-carbohydrate diets. *J Nutr Biochem*, 2003; 14, 122-132.
- Gilsanz V, Kovanlikaya A, Costin G, *et al.* Differential effect of gender on the sizes of the bones in the axial and appendicular skeletons. *J Clin Endocrinol Metab*, 1997; 82, 1603-1607.
- Gilsanz V, Loro ML, Roe TF, *et al.* Vertebral size in elderly women with osteoporosis. Mechanical implications and relationship to fractures. *J Clin Invest*, 1995; 95, 2332-2337.
- Gilsanz V, Skaggs DL, Kovanlikaya A, *et al.* Differential effect of race on the axial and appendicular skeletons of children. *J Clin Endocrinol Metab*, 1998; 83, 1420-1427.
- Gilsanz V. Bone density in children: A review of the available techniques and indications. *Eur J Radiol*, 1998; 26, 177-182.
- Ginsberg HN. Efficacy and mechanisms of action of statins in the treatment of diabetic dyslipidemia. *J Clin Endocrinol Metab*, 2006; 91, 383-92.
- Glastre C, Braillon P, David L, *et al.* Measurement of bone mineral content of the lumbar spine by dual energy x-ray absorptiometry in normal children: Correlations with growth parameters. *J Clin Endocrinol Metab*, 1990; 70, 1330-1333.
- Gluer CC, Cummings SR, Pressman A, *et al.* Prediction of hip fractures from pelvic radiographs: The study of osteoporotic fractures. The Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *J Bone Miner Res*, 1994; 9, 671-677.
- Goldberg L, Elliot DL, Schutz R, *et al.* Changes in lipid and lipoprotein levels alter weight training. *JAMA*, 1984; 252, 504-506.
- Gonzalez-Gallego J. *Fisiología de la actividad física y el deporte*. Madrid, McGraw-Hill Interamericana. 1992.
- Gordeladze JO, Drevon CA, Syversen U, *et al.* Leptin stimulates human osteoblastic cell proliferation, de novo collagen synthesis, and mineralization: Impact on differentiation markers, apoptosis, and osteoclastic signaling. *J Cell Biochem*, 2002; 85, 825-836.
- Gordon DJ, Probstfield JL, Garrison JR, *et al.* High-density lipoprotein cholesterol and cardiovascular disease. Four prospective American studies. *Circulation*, 1989; 79, 8-15.
- Gorski J, Oscai LB, Palmer WK. Hepatic lipid metabolism in exercise and training. *Med Sci Sports Exerc*, 1990; 22, 213-221.
- Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Peripheral muscle weakness contributes to exercise limitation in COPD. *Am J Respir Crit Care Med*, 1996; 153, 976-980.
- Grima A, León M, Ordóñez B. El síndrome metabólico como factor de riesgo cardiovascular. *Rev Esp Cardiol*, 2006; 5, 16-20.
- Grimston SK, Tanguay KE, Gundberg CM, *et al.* The calcitropic hormone response to changes in serum calcium during exercise in female long distance runners. *J Clin Endocrinol Metab*, 1993; 76, 867-872.
- Grisso JA, Kelsey JL, Strom BL, *et al.* Risk factors for falls as a cause of hip fracture in women. The Northeast Hip Fracture Study Group. *N Engl J Med*, 1991; 324, 1326-1331.
- Grundy SM. Metabolic syndrome: Connecting and reconciling cardiovascular and diabetes worlds. *J Am Coll Cardiol*, 2006; 21, 47, 1093-100.
- Grundy SM. Metabolic syndrome: Therapeutic considerations. *Handb Exp Pharmacol*, 2005; 170, 107-33.
- Gupta AK, Ross EA, Myers JN, *et al.* Increased reverse cholesterol transport in athletes. *Metabolism*, 1993; 42, 684-690.
- Gustavsson A, Olsson T, Nordstrom P. Rapid loss of bone mineral density of the femoral neck after cessation of ice hockey training: A 6-year longitudinal study in males. *J Bone Miner Res*, 2003; 18, 1964-1969.
- Gustavsson A, Thorsen K, Nordstrom P. A 3-year longitudinal study of the effect of physical activity on the accrual of bone mineral density in healthy adolescent males. *Calcif Tissue Int*, 2003; 73, 108-114.
- Guyton AC, Hall JE. Balances energéticos; regulación de la alimentación; obesidad y ayuno prolongado; vitaminas y minerales. En: *Tratado de Fisiología Médica*. Madrid, McGraw-Hill, Interamericana. 2001: pp 967-980.
- Haapasalo H, Kannus P, Sievanen H, *et al.* Effect of long-term unilateral activity on bone mineral density of female junior tennis players. *J Bone Miner Res*, 1998; 13, 310-319.
- Hagberg JM, McCole SD, Ferrell RE, *et al.* Physical activity, hormone replacement therapy and plasma lipoprotein-lipid levels in postmenopausal women. *Int J Sports Med*, 2003; 24, 22-29.

- Hajjar I, Kotchen A. Trends in prevalence, awareness, treatment and control of hypertension in the United States, 1998-2000. *JAMA*, 2003; 290, 199-206.
- Hall L. *Desarrollo y Administración de programas de Rehabilitación Cardíaca*. Barcelona, Paidotribo. 1999.
- Halverstadt A, Phares DA, Ferrell RE, *et al.* High-density lipoprotein-cholesterol, its subfractions, and responses to exercise training are dependent on endothelial lipase genotype. *Metabolism*, 2003; 52, 1505-1511.
- Halverstadt A, Phares DA, Roth S, *et al.* Interleukin-6 genotype is associated with high-density lipoprotein cholesterol responses to exercise training. *Biochim Biophys Acta*, 2005 1734, 143-151.
- Hamilton AL, Killian KJ, Summers E, *et al.* Muscle strength, symptom intensity, and exercise capacity in patients with cardiorespiratory disorders. *Am J Respir Crit Care Med*, 1995; 152, 2021-2131.
- Hamilton MT, Hamilton DG, Zderic TW. Exercise physiology versus inactivity physiology: An essential concept for understanding lipoprotein lipase regulation. *Exerc Sport Sci Rev*, 2004; 32, 161-166.
- Hamrick MW, Ding KH, Pennington C, *et al.* Age-related loss of muscle mass and bone strength in mice is associated with a decline in physical activity and serum leptin. *Bone*, 2006; 39, 845-853.
- Hamrick MW, McPherron AC, Lovejoy CO. Bone mineral content and density in the humerus of adult myostatin-deficient mice. *Calcif Tissue Int*, 2002; 71, 63-68.
- Hamrick MW, Samaddar T, Pennington C, *et al.* Increased muscle mass with myostatin deficiency improves gains in bone strength with exercise. *J Bone Miner Res*, 2006; 21, 477-483.
- Han ZH, Palnitkar S, Rao DS, *et al.* Effect of ethnicity and age or menopause on the structure and geometry of iliac bone. *J Bone Miner Res*, 1996; 11, 1967-1975.
- Hans D, Arlot ME, Schott AM, *et al.* Do ultrasound measurements on the os calcis reflect more the bone microarchitecture than the bone mass?: A two-dimensional histomorphometric study. *Bone*, 1995; 16, 295-300.
- Hans D, Dargent-Molina P, Schott AM, *et al.* Ultrasonographic heel measurements to predict hip fracture in elderly women: The EPIDOS prospective study. *Lancet*, 1996; 348, 511-514.
- Hauser M, Gibson BS, Wilson N. Diagnosis of anthracycline-induced late cardiomyopathy by exercise-spiroergometry and stress-echocardiography. *Eur J Pediatr*, 2001; 60, 607-610.
- Havel RJ, Kane JP. Introduction: Structure and metabolism of plasma lipoproteins. En: Scriver, CR, Beaudy C, Sly WS, *et al.* *The metabolic and molecular bases of inherited disease*. New York, McGraw-Hill. 1995: pp 1841-1850.
- Hayes S, Davies PSW, Parker T *et al.* Post-Transplant complication. Total energy expenditure and body composition changes following perihypertrophic blood stem cell transplantation and participation in an exercise programme. *Bone Marrow Transplant*, 2003; 31, 331-338.
- Hayes WC, Myers ER, Morris JN, *et al.* Impact near the hip dominates fracture risk in elderly nursing home residents who fall. *Calcif Tissue Int*, 1993; 52, 192-198.
- He J, Vupputuri S, Allen K, *et al.* Passive smoking and the risk of coronary heart disease. A meta-analysis of epidemiologic studies. *N Engl J Med*, 1999; 340, 920-926.
- Heinonen A, McKay HA, Whittall KP, *et al.* Muscle cross-sectional area is associated with specific site of bone in prepubertal girls: A quantitative magnetic resonance imaging study. *Bone*, 2001; 29, 388-392.
- Heinonen A, Oja P, Sievanen H, *et al.* Effect of two training regimens on bone mineral density in healthy perimenopausal women: A randomized controlled trial. *J Bone Miner Res*, 1998; 13, 483-490.
- Heinonen A, Sievanen H, Kannus P, *et al.* Effects of unilateral strength training and detraining on bone mineral mass and estimated mechanical characteristics of the upper limb bones in young women. *J Bone Miner Res*, 1996; 11, 490-501.
- Heinonen A, Sievanen H, Kannus P, *et al.* High-impact exercise and bones of growing girls: A 9-month controlled trial. *Osteoporos Int*, 2000; 11, 1010-1017.
- Heinonen A, Sievanen H, Kannus P, *et al.* Site-specific skeletal response to long-term weight training seems to be attributable to principal loading modality: A pQCT study of female weightlifters. *Calcif Tissue Int*, 2002; 70, 469-474.
- Heinonen A, Sievanen H, Kyrolainen H, *et al.* Mineral mass, size, and estimated mechanical strength of triple jumpers' lower limb. *Bone*, 2001; 29, 279-285.
- Heinrich CH, Going SB, Pamentier RW, *et al.* Bone mineral content of cyclically menstruating female resistance and endurance trained athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 1990; 22, 558-563.
- Henriksen T, Mahoney EM, Steinberg D. Interaction of plasma lipoproteins with endothelial cells. *Ann N Y Acad Sci*, 1982; 401, 102-116.
- Herbert JA, Kerkhoff L, Bell L, *et al.* Effects of exercise on lipid metabolism of rats fed high carbohydrate diet. *J Nutr*, 1975; 105, 718-725.
- Herzberg GR. Aerobic exercise, lipoproteins, and cardiovascular disease: Benefits and possible risks. *Can J Appl Physiol*, 2004; 29, 800-807.
- Hetland ML, Haarbo J, Christiansen C. Low bone mass and high bone turnover in male long distance runners. *J Clin Endocrinol Metab*, 1993; 77, 770-775.
- Higashi Y, Sasaki S, Kurisu S, *et al.* Regular aerobic exercise augments endothelium-dependent vascular relaxation in normotensive as well as hypertensive subjects: Role of endothelium-derived nitric oxide. *Circulation*, 1999; 100, 1194-1202.
- High Blood Cholesterol. *Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) Final Report National Institutes of Health*. 2002.
- Hoeger WWK, Barette SL, Hale DF, *et al.* Relationship between repetitions and selected percentages of one repetition maximum. *J Appl Sports Sci Res*, 1987; 1, 11-13.
- Hoeger WWK, Hopkins DR, Barette SL, *et al.* Relationship between repetitions and selected percentages of one repetition maximum: A comparison between untrained and trained males and females. *J Appl Sports Sci Res*, 1990; 4, 47-54.
- Honkola A, Forsen T, Ericsson J. Resistance training improves the metabolic profile in individuals with type 2 diabetes. *Acta Diabetol*, 1997; 34, 245-248.
- Hovi L, Era P, Rautonen J, Siimes M. Impaired muscle strength in female adolescents and young adults surviving leukemia in childhood. *Cancer*, 1993; 72, 276-281.
- Hsia CCW. Chronic restrictive pulmonary disease. En: Durstine JL, Moore GE (eds.). *ACSM's Exercise management for persons with chronic diseases and disabilities*. Champaign IL, Human Kinetics. 2003: pp 99-104.

- Hulley S, Grady S, Bush T, *et al.* Research Group for the Heart and Estrogen/progestin Replacement Study (HERS). Randomized trial of estrogen plus progestin for secondary prevention of coronary heart disease in postmenopausal women. *JAMA*, 1998; 280, 605-613.
- Humphries B, Newton RU, Bronks R, *et al.* Effect of exercise intensity on bone density, strength, and calcium turnover in older women. *Med Sci Sports Exerc*, 2000; 32, 1043-1050.
- Hunter GK, Goldberg HA. Nucleation of hydroxyapatite by bone sialoprotein. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 1993; 90, 8562-8565.
- Hurley BF, Hagberg JM, Golberg AP, *et al.* Resistive training can reduce coronary risk factors without altering  $\text{VO}_2$  máx or percent body fat. *Med Sci Sports Exerc*, 1988; 20, 150-154.
- Hutchinson K. Community-Based Cardiac Rehabilitation: A YMCA Model. *ACSM's Health & Fit J*, 2006; 10, 21-27.
- Ibrahim S, Djimet-Baboun A, Pruneta-Deloche V, *et al.* Transfer of very low density lipoprotein-associated phospholipids to activated human platelets. *J Lipid Res*, 2006; 47, 341-8.
- Ilich JZ, Skugor M, Hangartner T, *et al.* Relation of nutrition, body composition and physical activity to skeletal development: A cross-sectional study in preadolescent females. *J Am Coll Nutr*, 1998; 17, 136-147.
- Irwin ML, Ainsworth BE, Mayer-Davis EJ, *et al.* Physical activity and the metabolic syndrome in a tri-ethnic sample of women. *Obes Res*, 2002; 10, 1030-1037.
- Ishida H, Bellows CG, Aubin JE, *et al.* Characterization of the 1, 25-(OH) $_2$ D $_3$ -induced inhibition of bone nodule formation in long-term cultures of fetal rat calvaria cells. *Endocrinology*, 1993; 132, 61-66.
- Ishii T, Yamakita T, Sato T, *et al.* Resistance training improves insulin sensitivity in NIDDM subjects without altering maximal oxygen uptake. *Diabetes Care*, 1998; 21, 1353-1355.
- Iskrant AP, Smith RW Jr. Osteoporosis in women 45 years and over related to subsequent fractures. *Public Health Reports*, 1969; 84, 33-38.
- Ito M, Yamada M, Hayashi K, *et al.* Relation of early menarche to high bone mineral density. *Calcif Tissue Int*, 1995; 57, 11-14.
- Jafari M, Leaf DA, Macrae H, *et al.* The effects of physical exercise on plasma prebeta-1 high-density lipoprotein. *Metabolism*, 2003; 52, 437-442.
- Jakicic JM, Wing RR, Butler BA, *et al.* Prescribing exercise in multiple short bouts versus one continuous bout: Effects on adherence, cardiorespiratory fitness and weight loss in overweight women. *Int J Obes*, 1995; 19, 893-901.
- Jakicic JM, Winters C, Lang W, *et al.* Effects of intermittent exercise and use of home exercise equipment on adherence, weight loss, and fitness in overweight women: A randomized trial. *JAMA*, 1999; 282, 1554-1560.
- Jenney M, Faragher EB, Morris Jones PH, *et al.* Lung function and exercise capacity in survivors of childhood leukemia. *Med Pediatr Oncol*, 1995; 24, 222-230.
- Jiménez A, Montil M. *Determinantes de la práctica de actividad física. Bases, fundamentos y aplicaciones.* Madrid, Dykinson. 2006.
- Jiménez A. Aptitud músculo-esquelética, entrenamiento de Fuerza y Salud: El papel positivo de la fuerza en los factores de riesgo y el perfil de lípidos. *Sport Managers*, 2004; 32, 46-50.
- Jiménez A. Beneficios y recomendaciones de ejercicio físico para la mejora de la fuerza muscular en personas mayores. En: Garatachea N. *Actividad física y envejecimiento.* Sevilla, Wanceulen. 2007.
- Jiménez A. *Entrenamiento de fuerza y salud: Efectos positivos de los cambios producidos por el entrenamiento de fuerza sobre la salud pública.* CE Standard. 11/12/2006. Pid: 746.
- Jiménez A. *Entrenamiento personal. Bases, fundamentos y aplicaciones.* Barcelona, Inde. 2005.
- Jiménez A. Fuerza y salud. *La aptitud músculo-esquelética, el entrenamiento de fuerza y la salud.* Barcelona, Ergo. 2003.
- Jiménez A. La valoración de la aptitud física y su relación con la salud. *J Human Sport Exerc*, 2007; 2, 53-71.
- Jiménez A. Fundamentos científicos del ejercicio para la prevención de enfermedades cardiovasculares. En: Casas A. (coord.). *Fundamentos científicos y metodológicos del ejercicio en la prevención e intervención sobre las enfermedades cardiovasculares.* La Plata, Editorial UCALP. 2006: pp 21-52.
- Jiménez A. *Nuevas dimensiones en el entrenamiento de la fuerza: Aplicación de nuevos métodos, recursos y tecnologías.* Barcelona, Inde. 2008.
- Jimenez Ramirez J, López Calbet JA. Influencia de la actividad física extraescolar en la masa ósea durante el crecimiento. *Rev Ent Dep*, 2001; 15, 37-42.
- Johnell O. The socioeconomic burden of fractures: Today and in the 21st century. *Am J Med*, 1997; 103, 20S-25S.
- Joint National Committee on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure. The 6th Report of the JNC (JNC VI). *Arch Intern Med*, 1997; 157, 2413-2446.
- Jurca R, Lamonte MJ, Church TS, *et al.* Associations of muscle strength and fitness with metabolic syndrome in men. *Med Sci Sports Exerc*, 2004; 36, 1301-1307.
- Kahn R, Buse J, Ferrannini E, Stern M. The metabolic syndrome: Time for a critical appraisal: Joint statement from the American Diabetes Association and the European Association for the Study of Diabetes. *Diabetes Care*, 2005; 28, 2289-304.
- Kaikkonen J, Porkkala-Sarataho E, Tuomainen TP, *et al.* Exhaustive exercise increases plasma/serum total oxidation resistance in moderately trained men and women, where as their VLDL + LDL lipoprotein fraction is more susceptible to oxidation. *Scand J Clin Lab Invest*, 2002; 62, 599-607.
- Kanis JA, Borgstrom F, De Laet C, *et al.* Assessment of fracture risk. *Osteoporosis Int*, 2005; 16, 581-589.
- Kanis JA. Diagnosis of osteoporosis and assessment of fracture risk. *Lancet*, 2002; 359, 1929-1936.
- Kanis JA. *Osteoporosis.* Sheffield, Blackwell Science Ltd. 1996.
- Kannus P, Haapasalo H, Sankelo M, *et al.* Effect of starting age of physical activity on bone mass in the dominant arm of tennis and squash players. *Ann Int Med*, 1995; 123, 27-31.
- Karlsson MK, Johnell O, Obrant KJ. Bone mineral density in weight lifters. *Calcif Tissue Int*, 1993; 52, 212-215.
- Katan MB. The response of lipoproteins to dietary fat and cholesterol in lean and obese persons. *Curr Atheroscler Rep*, 2005; 7, 460-465.
- Kato T, Terashima T, Yamashita T, *et al.* Effect of low-repetition jump training on bone mineral density in young women. *J Appl Physiol*, 2006; 100, 839-843.
- Katsanos CS, Grandjean PW, Moffatt RJ. Effects of low and moderate exercise intensity on postprandial lipemia and postheparin plasma lipoprotein lipase activity in physically active men. *J Appl Physiol*, 2004; 96, 181-188.
- Katzman DK, Bachrach LK, Carter DR, *et al.* Clinical and anthropometric correlates of bone mineral acquisition in

- healthy adolescent girls. *J Clin Endocrinol Metab*, 1991; 73, 1332-1339.
- Keen AD, Drinkwater BL. Irreversible bone loss in former amenorrheic athletes. *Osteoporos Int*, 1997; 7, 311-315.
- Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV. Aerobic exercise and lipids and lipoproteins in women: A meta-analysis of randomized controlled trials. *J Womens Health*, 2004; 13, 1148-1164.
- Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV. Exercise, lipids, and lipoproteins in older adults: A meta-analysis. *Prev Cardiol*, 2005; 8, 206-214.
- Kerr D, Morton A, Dick I, *et al.* Exercise effects on bone mass in postmenopausal women are site-specific and load-dependent. *J Bone Miner Res*, 1996; 11, 218-225.
- Kiens B, Lithell H. Lipoprotein metabolism influenced by training-induced changes in human skeletal muscle. *J Clin Invest*, 1989; 83, 558-564.
- King H, Aubert RE, Herman WH. Global burden of diabetes, 1995-2025: Prevalence, numerical estimates, and projections. *Diabetes Care*, 1998; 21, 1414-31.
- Klapcinska B, Kempa K, Sobczak A, *et al.* Evaluation of autoantibodies against oxidized LDL (oLAB) and blood antioxidant status in professional soccer players. *Int J Sports Medicine*, 2005; 26, 71-78.
- Klem ML, Wing RR, McGuiarre MT, *et al.* A descriptive study of individuals successful at long-term maintenance of substantial weight loss. *Am J Clin Nutr*, 1997; 66, 239-246.
- Kokkinos PF, Hurley BF, Smutok MA, *et al.* Strength training does not improve lipoprotein-lipid profiles in men at risk for CHD. *Med Sci Sports Exerc*, 1991; 23, 1134-1139.
- Kolovou GD, Anagnostopoulou KK, Pavlidis AN, *et al.* Postprandial lipemia in men with metabolic syndrome, hypertensives and healthy subjects. *Lipids Health Dis*, 2005; 4, 21.
- Kontulainen S, Sievanen H, Kannus P, *et al.* Effect of long-term impact-loading on mass, size, and estimated strength of humerus and radius of female racquet-sports players: A peripheral quantitative computed tomography study between young and old starters and controls. *J Bone Miner Res*, 2003; 18, 352-359.
- Kraemer W, Fry A. Strength testing development and evaluation of methodology. En: Mauch PJ, Foster C (eds.). *Physiological assessment of human fitness*. Champaign IL, Human Kinetics. 1995; pp 115-138.
- Kraemer WJ, Volek JS, Clark KL, *et al.* Influence of exercise training on physiological and performance changes with weight loss in men. *Med Sci Sports Exerc*, 1999; 31, 1320-1329.
- Kraemer WJ, Volek JS, Clark KL, *et al.* Physiological adaptations to a weight-loss dietary regimen and exercise programs women. *J Appl Physiol*, 1997; 83, 270-279.
- Kraus WE, Houmard JA, Duscha BD, *et al.* Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. *N Engl J Med*, 2002; 347, 1483-1492.
- Kujala UM, Sarna S, Kaprio J, *et al.* Hospital care in later life among former world-class Finnish athletes. *JAMA*, 1996; 276, 216-220.
- Kvasnicka T. NO (nitric oxide) and its significance in regulation of vascular homeostasis. *Vnitr Lek*, 2003; 49, 291-296.
- Lakka TA, Laaksonen DE, Lakka HM, *et al.* Sedentary lifestyle, poor cardiorespiratory fitness, and the metabolic syndrome. *Med Sci Sports Exerc*, 2003; 35, 1279-1286.
- LaMarca A, Volpe A. Recombinant human leptin in women with hypothalamic amenorrhea. *N Engl J Med*, 2004; 351, 2343.
- Langlois JA, Harris T, Looker AC, *et al.* Weight change between age 50 years and old age is associated with risk of hip fracture in white women aged 67 years and older. *Arch Int Med*, 1996; 156, 989-994.
- Langub MC, Monier-Faugere MC, Qi Q, *et al.* Parathyroid hormone/parathyroid hormone-related peptide type 1 receptor in human bone. *J Bone Miner Res*, 2001; 16, 448-456.
- Lapolla A, Sartore G, Della Rovere GR, *et al.* Plasma fatty acids and lipoproteins in type 2 diabetic patients. *Diabetes Metab Res Rev*, 2006; 22, 226-31.
- Laroia ST, Ganti AK, *et al.* Endothelium and the lipid metabolism: The current understanding. *Int J Cardiol*, 2003; 88, 1-9.
- Lauritzen JB. Hip fractures: Incidence, risk factors, energy absorption, and prevention. *Bone*, 1996; 18, 65S-75S.
- Layne JE, Nelson ME. The effects of progressive resistance training on bone density: A review. *Med Sci Sports Exerc*, 1999; 31, 25-30.
- Lean JM, Jagger CJ, Chambers TJ, *et al.* Increased insulin-like growth factor I mRNA expression in rat osteocytes in response to mechanical stimulation. *Ame J Physiol*, 1995; 268, E318-327.
- Lee IM, Hsieh CC, Paffenbarger RS Jr. Exercise intensity and longevity in men. The Harvard Alumni Health Study. *JAMA*, 1995; 273, 1179-1184.
- Lee IM, Paffenbarger RS Jr. Associations of light, moderate and vigorous intensity physical activity with longevity. The Harvard Alumni Health Study. *Am J Epidemiol*, 2000; 151, 293-299.
- Lee IM, Paffenbarger RS Jr. Is vigorous physical activity necessary to reduce the risk of cardiovascular disease? En: Leon AS (ed.). *Physical activity and cardiovascular health. A national consensus*. Champaign IL, Human Kinetics. 1997; pp 67-75.
- Lee IM, Paffenbarger RS Jr. The role of physical activity in the prevention of coronary artery disease. En: Thompson PD (ed.). *Exercise in Sports Cardiology*. New York, McGraw-Hill. 2001.
- Lee IM, Sesso HD, Oguma Y, *et al.* Relative intensity of physical activity and risk of coronary heart disease. *Circulation*, 2003; 107, 1110-1116.
- Lehtinen SS, Huuskonen UE, Harila-Saari AH, *et al.* Motor nervous system impairment persists in long-term survivors of childhood acute lymphoblastic leukemia. *Cancer*, 2002; 94, 2466-2473.
- Lehtonen-Veromaa M, Mottonen T, Nuotio I, *et al.* Influence of physical activity on ultrasound and dual-energy X-ray absorptiometry bone measurements in peripubertal girls: A cross-sectional study. *Calcif Tissue Int*, 2000; 66, 248-254.
- Lehtonen-Veromaa M, Mottonen T, *et al.* Physical activity and bone mineral acquisition in peripubertal girls. Scandinavian, *J Med Sci Sports*, 2000; 10, 236-243.
- Leibel RL, Rosenbaum M, Hirsch J. Changes in energy expenditure resulting from altered body weight. *N Engl J Med*, 1995; 333, 677-685.
- LeMura LM, von Duvillard SP. *Clinical exercise physiology*. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins. 2004.
- Leon AS, Togashi K, Rankinen T, *et al.* Association of apolipoprotein E polymorphism with blood lipids and maximal oxygen uptake in the sedentary state and after exercise training in the HERITAGE family study. *Metabolism*, 2004; 53, 108-116.

- Leon AS. Contribution of regular moderate-intensity physical activity. En: Leon AS (ed.). *Physical activity and cardiovascular health. A national consensus*. Champaign IL, Human Kinetics. 1997; pp 55-66.
- Leon AS. *Physical activity and cardiovascular health. A national consensus*. Champaign IL, Human Kinetics. 1997.
- Lian JB, Stein GS. The cells of bone. En: Seibel MJ, Robins SP, Bilezikian JP (eds.). *Dynamics of bone and cartilage metabolism*. San Diego CA, Academic Press. 1999; pp 167-186.
- Lima F, De Falco V, Baima J, et al. Effect of impact load and active load on bone metabolism and body composition of adolescent athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 2001; 33, 1318-1323.
- Lindberg MK, Vandenput L, Moverare Skrtic S, et al. Androgens and the skeleton. *Minerva Endocrinol*, 2005; 30, 15-25.
- Ljunghall S, Joborn H, Roxin LE, et al. Increase in serum parathyroid hormone levels after prolonged physical exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 1988; 20, 122-125.
- Ljunghall S, Joborn H, Roxin LE, et al. Prolonged low-intensity exercise raises the serum parathyroid hormone levels. *Clin Endocrinol*, 1986; 25, 535-542.
- Lohman T, Going S, Pamerter R, et al. Effects of resistance training on regional and total bone mineral density in premenopausal women: A randomized prospective study. *J Bone Miner Res*, 1995; 10, 1015-1024.
- Lonsdorfer-Wolf E, Bougault V, Doutreleau S, et al. Intermittent exercise test in chronic obstructive pulmonary disease patients: How do the pulmonary hemodynamics adapt? *Med Sci Sports Exerc*, 2004; 36, 2032-2039.
- Lopes J, Russell DM, Whiwell J, et al. Skeletal muscle function in malnutrition. *Am J Clin Nutr*, 1982; 36, 602-610.
- López-Fontana CM, Martínez González MA, et al. Obesidad, metabolismo energético y medida de la actividad física. *Rev Esp Obes*, 2003; I, 29-36.
- Lorentzon M, Lorentzon R, Lerner UH, et al. Calcium sensing receptor gene polymorphism, circulating calcium concentrations and bone mineral density in healthy adolescent girls. *Eur J Endocrinol*, 2001; 144, 257-261.
- Lucia A, Ramírez M, San Juan AF, Fleck SJ, et al. Intrahospital supervised exercise training: A complementary tool in the therapeutic armamentarium against childhood leukemia. *Leukemia* 19, 2005; 1334-1337.
- Briody JN, Ogle GD, et al. Bone Miner density of total body, spine, and femoral neck in children and young adults: A cross-sectional and longitudinal study. *J Bone Miner Res*, 1994; 9, 1451-1458.
- Mackelvie KJ, McKay HA, Khan KM, et al. A school-based exercise intervention augments bone mineral accrual in early pubertal girls. *J Pediatr*, 2001; 139, 501-508.
- MacKelvie KJ, McKay HA, Petit MA, et al. Bone mineral response to a 7-month randomized controlled, school-based jumping intervention in 121 prepubertal boys: Associations with ethnicity and body mass index. *J Bone Miner Res*, 2002; 17, 834-844.
- MacKelvie KJ, Petit MA, Khan KM, et al. Bone mass and structure are enhanced following a 2-year randomized controlled trial of exercise in prepubertal boys. *Bone*, 2004; 34, 755-764.
- Maddalozzo GF, Snow CM. High intensity resistance training: Effects on bone in older men and women. *Calcif Tissue Int*, 2000; 66, 399-404.
- Madero López L, Muñoz Villa A. *Hematologías y oncologías pediátricas*. Madrid, Ergon. 2005.
- Maiorana A, O'Driscoll G, Goodman C, et al. Combined aerobic and resistance exercise improves glycemic control and fitness in type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract*, 2002; 56, 115-123.
- Malluche HH, Koszewski N, Monier-Faugere MC, et al. Influence of the parathyroid glands on bone metabolism. *Eur J Clin Invest*, 2006; 36 Supl 2, 23-33.
- Maltais F, Sullivan MJ, Leblanc P, et al. Altered expression of myosin heavy chain in the vastus lateralis muscle in patients with COPD. *Eur Respir J*, 1999; 13, 850-854.
- Mann V, Hobson EE, Li B, et al. A COL1A1 Sp1 binding site polymorphism predisposes to osteoporotic fracture by affecting bone density and quality. *J Clin Invest*, 2001; 107, 899-907.
- Mantzoros CS. The role of leptin in human obesity and disease: A review of current evidence. *Ann Int Med*, 1999; 130, 671-680.
- Marchesse VG, Chiarrello AL, Lange BJ. Effects of physical therapy intervention for children with acute lymphoblastic leukemia. *Pediatr Blood Cancer*, 2004; 42, 127-133.
- Marchesse VG, Chiarrello AL, Lange BJ. Strength and functional mobility in children with acute lymphoblastic leukemia. *Med Pediatr Oncol*, 2003; 40, 230-32.
- Mariniemi J, Dahlstrom SK, Vist M, et al. Dependence of serum lipid and lecithin: Colessterol acyltransferase levels on physical training in young men. *Eur J Appl Physiol*, 1982; 49, 25-35.
- Mariniemi J, Hietanen E. Response of serum lecithin: Cholesterol acyltransferase activity to exercise training. En: Hietanen E. *Regulation of serum lipids by physical exercise*. Boca Raton FL, CRC. Press. 1982; pp 116-118.
- Markou KB, Mylonas P, Theodoropoulou A, et al. The influence of intensive physical exercise on bone acquisition in adolescent elite female and male artistic gymnasts. *J Clin Endocrinol Metab*, 2004; 89, 4383-4387.
- Marks BL, Ward A, Morris DH, Castellani J, Rippe JM. Fat free mass is maintained in women following a moderate diet and exercise program. *Med Sci Sports Exerc*, 1995; 27, 1243-1251.
- Maron BJ, Thompson PD, Puffe JC, et al. Cardiovascular preparticipation screening of competitive athletes. A statement for health professionals from the Sudden Death Committee (clinical cardiology) and Congenital Cardiac Defects Committee (Cardiovascular disease in the young). *Circulation*, 1996; 94, 850-856.
- Marrugat J, Elosua E, Martí H. Epidemiología de la cardiopatía isquémica en España: Estimación del número de casos y de las tendencias entre 1997 y 2005. *Rev Esp Cardiol*, 2002; 55, 337-46.
- Marshall D, Johnell O, Wedel H. Meta-analysis of how well measures of bone mineral density predict occurrence of osteoporotic fractures. *Br Med J*, 1996; 312, 1254-1259.
- Marti B, Knobloch M, Riesen WF, et al. Fifteen years changes in exercise aerobic power, abdominal fat, and serum lipids in runners and controls. *Med Sci Sports Exerc*, 1991; 23, 115-122.
- Martinez Olmos MA, Bellido Guerrero D, et al. Métodos de valoración de la distribución de la grasa en el paciente obeso. *Rev Esp Obes*, 2004; II, 42-49.
- Mataix Verdú J, Salas-Salvadó J. Obesidad. En: Mataix Verdú J. *Nutrición y alimentación humana II. Situaciones fisiológicas y patológicas*. Madrid, Ergon. 2002; pp 1081-1107.
- Matkovic V, Jelic T, Wardlaw GM, et al. Timing of peak bone mass in Caucasian females and its implication for the preven-

- tion of osteoporosis. Inference from a cross-sectional model. *J Clin Invest*, 1994; 93, 799-808.
- Matsumoto T, Igarashi C, Takeuchi Y, *et al.* Stimulation by 1, 25-dihydroxyvitamin D3 of in vitro mineralization induced by osteoblast-like MC3T3-E1 cells. *Bone*, 1991; 12, 27-32.
- McKay H, Tsang G, Heinonen A, *et al.* Ground reaction forces associated with an effective elementary school based jumping intervention. *Br J Sports Medicine*, 2005; 39, 10-14.
- McKenzie DC, Coutts KD, Rogers PC, *et al.* Aerobic and anaerobic capacities of children and adolescents successfully treated for solid tumors. *Clinic Exerc Physiol*, 2000; 2, 39-42.
- McSheehy PM, Chambers TJ. Osteoblastic cells mediate osteoclastic responsiveness to parathyroid hormone. *Endocrinology*, 1986; 118, 824-828.
- Meigs JB. Invited commentary: Insulin resistance syndrome? Syndrome X? Multiple metabolic syndrome? A syndrome at all? Factor analysis reveals patterns in the fabric of correlated metabolic risk factors. *Am J Epidemiol*, 2000; 152, 908-911.
- Mello M, Tanaka C, Dulle FL. Effects of an exercise program on muscle performance in patients undergoing allogeneic bone marrow transplantation. *Bone Marrow Transplant*, 2003; 32, 723-728.
- Melton LJ, Cooper C. Magnitude and impact of osteoporosis and fractures. En: Marcus R, Feldman D, Kelsey J (eds.). *Osteoporosis*. San Diego, Academic Press. 2001: pp 557-567.
- Melton LJ. Epidemiology of fractures. En: Riggs BL, Melton LJ (eds.). *Osteoporosis: Etiology, diagnosis, and management*. New York, Raven Press. 1988: pp 133-154.
- Minh VD, Lee HM, Dolan GF, *et al.* Hypoxemia during exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis*, 1979; 120, 787-794.
- Mithoefer JC, Ramirez C, Cook W. The effect of mixed venous oxygenation on arterial blood in chronic obstructive pulmonary disease: The basis for a classification. *Am Rev Respir Dis*, 1978; 117, 259-264.
- Molgaard C, Thomsen BL, Prentice A, *et al.* Whole body bone mineral content in healthy children and adolescents. *Arch Dis Child*, 1997; 76, 9-15.
- Montero JC, Cúneo A, Facchini M, *et al.* Comprehensive treatment of obesity and its prevention. En: <http://www.cfnavarra.es/salud/anales/textos/vol25/sup1/suple16a.html> (Consulta: 2/4/2006).
- Morris FL, Naughton GA, Gibbs JL, *et al.* Prospective ten-month exercise intervention in premenarcheal girls: Positive effects on bone and lean mass. *J Bone Miner Res*, 1997; 12, 1453-1462.
- Murtagh EM, Boreham CA, Nevill A, *et al.* The effects of 60 minutes of brisk walking per week, accumulated in two different patterns, on cardiovascular risk. *Prev Med*, 2005; 41, 92-97.
- Myers J, Prakash M, Froelicher V, *et al.* Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med*, 2002; 4, 793-801.
- Myers JN. *Essentials of cardiopulmonary exercise testing*. Champaign IL, Human Kinetics. 1996.
- Nakamura T, Turner CH, Yoshikawa T, *et al.* Do variations in hip geometry explain differences in hip fracture risk between Japanese and white Americans? *J Bone Miner Res*, 1994; 9, 1071-1076.
- National Heart, Lung and Blood Institute. *Clinical guidelines on the identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults: The evidence report*. *Obes Res*: 6 Supl 2, 51S-209S, 1998.
- Naveh-Many T, Friedlaender MM, Mayer H, *et al.* Calcium regulates parathyroid hormone messenger ribonucleic acid (mRNA), but not calcitonin mRNA in vivo in the rat. Dominant role of 1, 25-dihydroxyvitamin D. *Endocrinology*, 1989; 125, 275-280.
- Naylor KE, Eastell R. Measurement of biochemical markers of bone formation. En: Seibel MJ, Robins SP, Bilezikian JP (eds.). *Dynamics of bone and cartilage metabolism*. San Diego, CA, Academic Press. 1999: pp 401-410.
- Neer RM, Arnaud CD, Zanchetta JR, *et al.* Effect of parathyroid hormone (1-34) on fractures and bone mineral density in postmenopausal women with osteoporosis. *N Engl J Med*, 2001; 344, 1434-1441.
- Nelson ME, Fiatarone MA, Morganti CM, *et al.* Effects of high-intensity strength training on multiple risk factors for osteoporotic fractures. A randomized controlled trial. *JAMA*, 1994; 272, 1909-1914.
- Nevitt MC, Cummings SR. Type of fall and risk of hip and wrist fractures: The study of osteoporotic fractures. The Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *J Am Geriatr Soc*, 1993; 41, 1226-1234.
- Nguyen T, Sambrook P, Kelly P, *et al.* Prediction of osteoporotic fractures by postural instability and bone density. *Br Med J*, 1993; 307, 1111-1115.
- NIH Consensus Development Panel on Physical Activity and Cardiovascular Health. Physical activity and cardiovascular health. *JAMA*, 1996; 276, 241-246.
- Nofer JR, Walter M, Assmann G. Current understanding of the role of high-density lipoproteins in atherosclerosis and senescence. *Expert Rev Cardiovasc Ther*, 2005; 3, 1071-1086.
- Nordstrom A, Karlsson C, Nyquist F, *et al.* Bone loss and fracture risk after reduced physical activity. *J Bone Miner Res*, 2005; 20, 202-207.
- Nordstrom A, Olsson T, Nordstrom P. Sustained benefits from previous physical activity on bone mineral density in males. *J Clin Endocrinol Metab*, 2006; 91, 2600-2604.
- Norkin CC, White DJ. *Measurement of joint motion: A guide to goniometry*. Philadelphia, Davis Company. 2003.
- Nurmi-Lawton JA, Baxter-Jones AD, Mirwald RL, *et al.* Evidence of sustained skeletal benefits from impact-loading exercise in young females: A 3-year longitudinal study. *J Bone Miner Res*, 2004; 19, 314-322.
- Nye ER, Carlson K, Kirstein PR, Rösner S. Changes in high density lipoprotein subfractions and other lipoproteins induced by exercise. *Clin Chin Acta*, 1981; 113, 51-57.
- O'Donovan G, Owen A, Kearney EM, *et al.* Cardiovascular disease risk factors in habitual exercisers, lean sedentary men and abdominally obese sedentary men. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 2005; 29, 1063-1069.
- Oga T, Nishimura K, Tsukino M, *et al.* The effects of oxitropium bromide on exercise performance in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*, 2000; 161, 1897-1901.
- Ohyama Y, Noshiro M, Eggertsen G, *et al.* Structural characterization of the gene encoding rat 25-hydroxyvitamin D3 24-hydroxylase. *Biochemistry*, 1993; 32, 76-82.
- Olchawa B, Kingwell BA, Hoang A, *et al.* Physical fitness and reverse cholesterol transport. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, 2004; 24, 1087-1091.
- Ortega Millán C. Novedades en Diabetes. *AMF*, 2006; 2, 147-158.

- Oscai LB, Essing DA, Palmer WK. Lipase regulation of muscle triglyceride hydrolysis. *J Appl Physiol*, 1990; 69, 1571-1577.
- Owen TA, Aronow MS, Barone LM, *et al.* Pleiotropic effects of vitamin D on osteoblast gene expression are related to the proliferative and differentiated state of the bone cell phenotype: Dependency upon basal levels of gene expression, duration of exposure, and bone matrix competency in normal rat osteoblast cultures. *Endocrinology*, 1991; 128, 1496-1504.
- Packard CJ, Ford I, Robertson M, *et al.* PROSPER Study Group. Plasma lipoproteins and apolipoproteins as predictors of cardiovascular risk and treatment benefit in the prospective study of pravastatin in the elderly at risk (PROSPER). *Circulation*, 2005; 112, 3058-3065.
- Palange P, Wagner PD. The skeletal muscle in chronic respiratory diseases, summary of the ERS Research Seminar in Rome, Italy, February 11-12, 1999. *Eur Respir J*, 2000; 15, 807-815.
- Park DH, Ransone JW. Effects of submaximal exercise on high-density lipoprotein-cholesterol subfractions. *Int J Sports Med*, 2003; 24, 245-251.
- Pastoris O, Dossena M, Foppa P, *et al.* Modifications by chronic intermittent hypoxia and drug treatment on skeletal muscle metabolism. *Neurochem Res*, 1995; 20, 143-150.
- Pate RR, Pratt M, Blair SN, *et al.* Physical Activity and public Health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA*, 1995; 273, 402-407.
- Patsch JR, Miesenbock G, Hopferwieser T, *et al.* Relation of triglyceride metabolism and coronary artery disease: Studies in the postprandial state. *Arterioscler Thromb*, 1992; 12, 1336-1345.
- Pavalko FM, Chen NX, Turner CH, *et al.* Fluid shear-induced mechanical signaling in MC3T3-E1 osteoblasts requires cytoskeleton-integrin interactions. *Am J Physiol*, 1998; 275, C1591-1601.
- Pedersen BK, Saltin B. Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. *Scand J Med Sci Sports*, 2006; 16 Supl 1, 3-63.
- Pereira Silva JA, Costa Dias F, Fonseca JE, *et al.* Low bone mineral density in professional scuba divers. *Clin Rheumatol*, 2004; 23, 19-20.
- Perseghin G, Price TB, Petersen KF, *et al.* Increased glucose transport-phosphorylation and muscle glycogen synthesis after exercise training in insulin-resistant subjects. *N Engl J Med*, 1996; 335, 1357-1362.
- Perttunen JO, Kyrolainen H, Komi PV, *et al.* Biomechanical loading in the triple jump. *J Sports Sci*, 2000; 18, 363-370.
- Peterson SE, Peterson MD, Raymond G, *et al.* Muscular strength and bone density with weight training in middle-aged women. *Med Sci Sports Exerc*, 1991; 23, 499-504.
- Pitzpatrick LA, Bilezikian JP. Parathyroid hormone: Structure, function, and dynamic actions. En: Seibel MJ, Robins PR, Bilezikian JP (eds.). *Dynamics of bone and cartilage metabolism*. San Diego, CA, Academic Press. 1999: pp 187-202.
- Pollock ML, Evans WJ. Resistance training for health and disease: Introduction. *Med Sci Sports Exerc*, 1999; 31, 10-11.
- Pollock ML, Franklin BA, Balady GJ, *et al.* Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease. *Circulation*, 2000; 101, 828.
- Pollock ML, Schmidt DH. *Heart disease and rehabilitation*. Champaign IL, Human Kinetics. 1995.
- Pollock ML, Wilmore JH. *Exercise in health and disease. Evaluation and prescription for prevention and rehabilitation*. Philadelphia, W. B. Saunders Company. 1990.
- Pruitt LA, Jackson RD, Bartels RL, *et al.* Weight-training effects on bone mineral density in early postmenopausal women. *J Bone Miner Res*, 1992; 7, 179-185.
- Pruitt LA, Taaffe DR, Marcus R. Effects of a one-year high-intensity versus low intensity resistance training program on bone mineral density in older women. *J Bone Miner Res*, 1995; 10, 1788-1795.
- Puente Maestu L, Martínez Abad Y. Fisiopatología del ejercicio en las enfermedades respiratorias. En: López Chicharro J, Fernández Vaquero A (eds.). *Fisiología del ejercicio*. Madrid, Panamericana. 2006: pp 875-891.
- Purdue BW, Tilakaratne N, Sexton PM. Molecular pharmacology of the calcitonin receptor. *Recept Chann*, 2002; 8, 243-255.
- Raisz LG. Hormonal regulation of bone growth and remodeling. *Ciba Found Symp*, 1988; 136, 226-238.
- Reaven G. Role of insulin resistance in human disease. *Diabetes*, 1988; 37, 1595-607.
- Rennie KL, McCarthy N, Yazdgerdi S, *et al.* Association of the metabolic syndrome with both vigorous and moderate physical activity. *Int J Epidemiol*, 2003; 32, 600-606.
- Rhodes EC, Martin AD, Taunton JE, *et al.* Effects of one year of resistance training on the relation between muscular strength and bone density in elderly women. *Br J Sports Med*, 2000; 34, 18-22.
- Rico H, Revilla M, Hernandez ER, *et al.* Bone mineral content and body composition in postpubertal cyclist boys. *Bone*, 1993; 14, 93-95.
- Ries AL and the ACCP/AACVPR Pulmonary Rehabilitation Guidelines Panel. Pulmonary rehabilitation: Joint ACCP/AACVPR evidence-based guidelines. *J Cardiopulm Rehabil*, 1997; 17, 371-405.
- Riggs BL, Melton LJ, 3rd. Involutional osteoporosis. *N Engl J Med*, 1986; 314, 1676-1686.
- Rizzoli R, Bonjour JP. Determinants of peak bone mass and mechanisms of bone loss. *Osteoporos Int*, 1999; Supl 2, 17-23.
- Robertson A, Johnson D. Rehabilitation and development after childhood cancer: Can the need for physical exercise be met? *Pediatr Rehab*, 2002; 5, 235-240.
- Rockwell JC, Sorensen AM, Baker S, *et al.* Weight training decreases vertebral bone density in premenopausal women: A prospective study. *J Clin Endocrinol Metab*, 1990; 71, 988-993.
- Ronda MU. Postexercise blood pressure reduction in elderly hypertensive patients. *J Am Coll Cardiol*, 2002; 39, 676-682.
- Rong H, Berg U, Topping O, *et al.* Effect of acute endurance and strength exercise on circulating calcium-regulating hormones and bone markers in young healthy males. *Scand J Med Sci Sports*, 1997; 7, 152-159.
- Roodman GD. Osteoclast differentiation and activity. *Biochem Soc Trans*, 1998; 7-13.
- Ross R, Dagnone D, Jones PJ, *et al.* Reduction in obesity and related comorbid conditions after diet-induced weight loss or exercise-induced weight loss in men: A randomized, controlled trial. *Ann Intern Med*, 2000; 133, 92-103.

- Ross R, Freeman JA, Jansenn I. Exercise alone is an effective strategy for reducing obesity and related comorbidities. *Exerc Sport Sci Rev*, 2000; 28, 165-170.
- Russell J, Lettieri D, Sherwood LM. Suppression by  $1, 25(\text{OH})_2\text{D}_3$  of transcription of the pre-proparathyroid hormone gene. *Endocrinology*, 1986; 119, 2864-2866.
- Ryan AS, Treuth MS, Hunter GR, *et al.* Resistive training maintains bone mineral density in postmenopausal women. *Calcif Tissue Int*, 1998; 62, 295-299.
- Ryan JR, Emami A. Vincristine neurotoxicity with residual equinovarus deformity in children with acute leukemia. *Cancer*, 1983; 51, 423-425.
- Ryan MG. Physical activity in the prevention and treatment of obesity and its comorbidities: Evidence report of independent panel to assess the role of physical activity in the treatment of obesity and its comorbidities. *Med Sci Sports Exerc*, 1999; 31, 1493-1500.
- Ryder KD, Duncan RL. Parathyroid hormone modulates the response of osteoblast-like cells to mechanical stimulation. *Calcif Tissue Int*, 2000; 67, 241-246.
- Saku K, Ahmad M, Glas-Greenwalt P, *et al.* Activation of fibrinolysis by apolipoproteins of high density lipoproteins in man. *Thromb Res*, 1985; 39, 1-8.
- Salas-Salvadó J, Bonada A, Trallero R, *et al.* *Nutrición y dietética clínica*. Barcelona, Masson. 2002.
- Saltin B, Boushell R, Secher N, *et al.* *Exercise and circulation in health and disease*. Champaign IL, Human Kinetics. 2000.
- Salvesen H, Johansson AG, Foxdal P, *et al.* Intact serum parathyroid hormone levels increase during running exercise in well-trained men. *Calcif Tissue Int*, 1994; 54, 256-261.
- Sambrook P, Cooper C. Osteoporosis. *Lancet*, 2006; 367, 2010-2018.
- San Juan AF, Fleck SJ, Chamorro C, *et al.* Early-phase adaptations to intra-hospital training in strength and functional mobility of children with leukemia. *J Strength Cond*, 2007 Res 21, 173-177.
- Sanchis Moysi J, Vicente-Rodríguez G, Serrano JA, *et al.* The effect of tennis participation on bone mass is better retained in male than female master tennis players. En: Lees A, Kahn JF, Maynard YW (eds.). *Science and Racket Sports III*, 2004; 76-81.
- Sanchis-Moysi J, Dorado C, Vicente-Rodríguez G, *et al.* Inter-arm asymmetry in bone mineral content and bone area in postmenopausal recreational tennis players. *Maturitas*, 2004 48, 289-298.
- Schippinger G, Wonisch W, Abuja PM, *et al.* Lipid peroxidation and antioxidant status in professional American football players during competition. *Eur J Clin Invest*, 2002; 32, 686-692.
- Schoeller DA, Shay K, Kushner RF. How much physical activity is needed to minimize weight gain in previously obese women? *Am J Clin Nutr*, 1997; 66, 551-556.
- Schoenau E, Neu CM, Rauch F, *et al.* The development of bone strength at the proximal radius during childhood and adolescence. *J Clin Endocrinol Metab*, 2001; 86, 613-618.
- Schoenau E. The development of the skeletal system in children and the influence of muscle strength. *Horm Res*, 1989; 49, 27-31.
- Schubert CM, Rogers NL, Remsberg KE, *et al.* Lipids, lipoproteins, lifestyle, adiposity and fat-free mass during middle age: The Fels Longitudinal Study. *Int J Obes*, 2006; 30, 251-60.
- SEEDO'2000 (Consenso) para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica. Sociedad Española para el estudio de la Obesidad (SEEDO). *Med Clin*, 2000; 115, 587-97.
- Seeman E, Tsalamandris C, Formica C, *et al.* Reduced femoral neck bone density in the daughters of women with hip fractures: The role of low peak bone density in the pathogenesis of osteoporosis. *J Bone Miner Res*, 1994; 9, 739-743.
- Seeman E. Clinical review 137: Sexual dimorphism in skeletal size, density, and strength. *J Clin Endocrinol Metab*, 2001 86, 4576-4584.
- Seidell J. Obesity in Europe: Scaling and epidemia. *Int J Obes*, 1995; 3, S1-S4.
- Seidl G, Kainberger F, Haber P, *et al.* Systematic strength training in the postmenopause: Accompanying densitometric control with DXA. *Radiologe*, 1993; 33, 452-456.
- Seip RL, Moulin P, Cocke T, Tall A, *et al.* Exercise training decreases plasma cholesteryl ester transfer protein. *Atheroscler Thromb*, 1993; 13, 1359-1367.
- Serra Majem L, Ribas Barba L, Aranceta Bartrina J, *et al.* Obesidad infantil y juvenil en España. Resultados del estudio Enkid (1998-2000). *Med Clin*, 2003; 121, 725-32.
- Serrano-Rios M, Corbaton A. Diabetes mellitus, heart failure and mortality. *Med Clin*, 2005; 125, 182-3.
- Sgouraki E, Tsopanakis A, Kioussis A, *et al.* Acute effects of short duration maximal endurance exercise on lipid, phospholipid and lipoprotein levels. *J Sports Med*, 2004; 44, 444-450.
- Shephard RJ, Allen C, Benade A J, *et al.* The maximum oxygen intake. An international reference standard of cardiorespiratory fitness. *Bull World Health Organ*, 1968; 38, 757-764.
- Shimegi S, Yanagita M, Okano H, *et al.* Physical exercise increases bone mineral density in postmenopausal women. *Endocr J*, 1994; 41, 49-56.
- Siafakas NM, Vermeire P, Pride NB, *et al.* Optimal assessment and management of chronic obstructive pulmonary disease COPD: The European Respiratory Society Task Force. *Eur Respir J*, 1995; 8, 1398-1420.
- Simpson K, Killian K, McCartney N, *et al.* Randomised controlled trial of weightlifting exercise in patients with chronic airflow limitation. *Thorax*, 1993; 47, 70-75.
- Siscovick DS. Risks of exercising: Sudden cardiac death and injuries. En: Bouchard C, *et al.* (eds.). *Exercise, fitness, and health: A consensus of current knowledge*. Champaign IL, Human Kinetics. 1990: pp 707-713.
- Skerry TM, Bitensky L, Chayen J, *et al.* Early strain-related changes in enzyme activity in osteocytes following bone loading in vivo. *J Bone Miner Res*, 1989; 4, 783-788.
- Slemenda CW, Reister TK, Hui SL, *et al.* Influences on skeletal mineralization in children and adolescents: Evidence for varying effects of sexual maturation and physical activity. *J Pediatr*, 1994; 125, 201-207.
- Slemenda CW, Turner CH, Peacock M, *et al.* The genetics of proximal femur geometry, distribution of bone mass and bone mineral density. *Osteoporos Inter*, 1996; 6, 178-182.
- Snow-Harter C, Bouxsein ML, Lewis BT, *et al.* Effects of resistance and endurance exercise on bone mineral status of young women: A randomized exercise intervention trial. *J Bone Miner Res*, 1992; 7, 761-769.
- Sophonria O, Turnes Gomes, *et al.* Cardiorespiratory status after treatment for acute lymphoblastic leukemia. *Med Pediatr Oncol*; 1996; 26: 160-165.

- Sotile WM. *Psychosocial Interventions for cardiopulmonary patients. A guide for health professionals*. Champaign IL, Human Kinetics. 1996.
- Squires RW. *Exercise prescription for the high-risk cardiac patient*. Champaign IL, Human Kinetics. 1998.
- Staprans I, Pan XM, Rapp JH, Feingold KR. The role of dietary oxidized cholesterol and oxidized fatty acids in the development of atherosclerosis. *Mol Nutr Food Res*, 2005; 49, 1075-1082.
- Stein GS, Lian JB, Stein JL, *et al*. Transcriptional control of osteoblast growth and differentiation. *Physiol Rev*, 1996; 76, 593-629.
- Stein R, Chaitman B, Balady GJ, *et al*. Safety and utility of exercise testing in emergency room chest pain centers: An advisory from the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology. *Circulation*, 2000; 102, 1463-1467.
- Stewart KJ, Bacher AC, Turner K, *et al*. Exercise and risk factors associated with metabolic syndrome in older adults. *Am J Prev Med*, 2005; 28, 9-18.
- Storer TW. Exercise in chronic pulmonary disease: Resistance exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc*, 2001; 33, S680-S686.
- Stroes E. Statins and LDL-cholesterol lowering: An overview. *Curr Med Res Opin*, 2005; 21 Supl 6, S9-S16.
- Suda T, Takahashi N, Abe E. Role of vitamin D in bone resorption. *J Cell Biochem*, 1992; 49, 53-58.
- Suda T, Udagawa N, Takahashi N. Cells of bone: Osteoclast generation. En: Bilezikian JP, Raisz LG, Rodan GA (eds.). *Principles of bone biology*. San Diego, C. A., 1995: pp 87-102.
- Suominen H. Bone mineral density and long term exercise. An overview of cross-sectional athlete studies. *Sports Medicine*, 1993; 16, 316-330.
- Swain DR, Franklin BA. Is there a threshold intensity for aerobic training in cardiac patients? *Med Sci Sports Exerc*, 2002a; 34, 1071-1075.
- Swain DR, Franklin BA.  $VO_2$  reserve and the minimal intensity for improving cardiorespiratory fitness. *Med Sci Sports Exerc*, 2002b; 34, 152-157.
- Szapary PO, Bloedon LT, Foster GD. Physical activity and its effects on lipids. *Curr Cardiol Rep*, 2003; 5, 488-492.
- Taaffe DR, Marcus R. Regional and total body bone mineral density in elite collegiate male swimmers. *J Sports Med*, 1999; 39, 154-159.
- Taaffe DR, Robinson TL, Snow CM, *et al*. High-impact exercise promotes bone gain in well-trained female athletes. *J Bone Miner Res*, 1997; 12, 255-260.
- Tack CJJ, Smits P, Willemsen JJ, *et al*. Effects of insulin on vascular tone and sympathetic nervous system in NIDDM. *Diabetes*, 1996; 45, 15-22.
- Takahashi N, Udagawa N, Tanaka S, *et al*. Postmitotic osteoclast precursors are mononuclear cells which express macrophage-associated phenotypes. *Dev Biol*, 1993; 212-221.
- Tamai T, Nakai T, Takai H, *et al*. The effects of physical exercise on plasma lipoprotein and apolipoprotein metabolism in elderly men. *J Gerontol*, 1988; 43, M75-M79.
- Tan J, Cubukcu S, Sepici V. Relationship between bone mineral density of the proximal femur and strength of hip muscles in postmenopausal women. *Am J Phys Med Rehab*, 1998; 77, 477-482.
- Tanasescu M, Leitzmann MF, *et al*. Exercise type and intensity in relation to coronary heart disease in men. *JAMA*, 2002; 288, 1994-2000.
- Teran-Garcia M, Santoro N, Rankinen T, *et al*. HERITAGE Family Study. Hepatic lipase gene variant -514C>T is associated with lipoprotein and insulin sensitivity response to regular exercise: The HERITAGE Family Study. *Diabetes*, 2005; 54, 2251-2255.
- The COPD Guidelines Group of the Standards of Care Committee of the BTS. BTS guidelines for the management of chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*, 1997; 52, S1-S28.
- The DECODE study group. Glucose tolerance and mortality: Comparison of WHO and American Diabetes Association diagnostic criteria. *Lancet*, 1999; 354, 617-21.
- The IDF consensus worldwide definition of the metabolic syndrome.. International Diabetes Federation, 2005. En: [http://www.idf.org/webdata/docs/IDF\\_Metasyndrome\\_definition.pdf](http://www.idf.org/webdata/docs/IDF_Metasyndrome_definition.pdf) (Consulta: 13/7/06).
- Theintz G, Buchs B, Rizzoli R, *et al*. Longitudinal monitoring of bone mass accumulation in healthy adolescents: Evidence for a marked reduction after 16 years of age at the levels of lumbar spine and femoral neck in female subjects. *J Clin Endocrinol Metab*, 1992; 75, 1060-1065.
- Thomas T, Gori F, Khosla S, *et al*. Leptin acts on human marrow stromal cells to enhance differentiation to osteoblasts and to inhibit differentiation to adipocytes. *Endocrinology*, 1999; 140, 1630-1638.
- Thompson PD, Cullinane EM, Sady SP, *et al*. High density lipoproteins metabolism in endurance athletes and sedentary men. *Circulation*, 1991; 84, 140-152.
- Thompson PD, Cullinane EM, Sady SP, *et al*. Modest changes in high-density lipoprotein concentrations and metabolism with prolonged exercise training. *Circulation*, 1988; 78, 25-34.
- Thompson PD, Tsongalis GJ, Seip RL, *et al*. Apolipoprotein E genotype and changes in serum lipids and maximal oxygen uptake with exercise training. *Metabolism*, 2004; 53, 193-202.
- Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Engl J Med*, 1988; 319, 1701-1707.
- Tolfrey K, Jones AM, Campbell IG. Lipid-lipoproteins in children: An exercise dose-response study. *Med Sci Sports Exerc*, 2004; 36, 418-427.
- Tommerup LJ, Raab DM, Crenshaw TD, *et al*. Does weight-bearing exercise affect non-weight-bearing bone? *J Bone Miner Res*, 1993; 8, 1053-1058.
- Trotter M, Hixon BB. Sequential changes in weight, density, and percentage ash weight of human skeletons from an early fetal period through old age. *Anat Rec*, 1974; 179, 1-18.
- Tsai JC, Wang WH, Chan P, *et al*. The beneficial effects of Tai Chi Chuan on blood pressure and lipid profile and anxiety status in a randomized controlled trial. *J Altern Complement Med*, 2003; 9, 747-754.
- Tunstall-Pedoe H, Kuulasmaa K, Mahonen M, *et al*. Contribution of trends in survival and coronary-event rates to changes in coronary heart disease mortality: 10-year results from 37 WHO MONICA Project populations. *Lancet*, 1999; 353, 1547-1557.
- Turner CH, Akhter MP, Heaney RP. The effects of fluoridated water on bone strength. *J Orthop Res*, 1992; 10, 581-587.
- U.S. Department of Health and Human Services. *Physical activity and health: A report of the surgeon general*. Atlanta, US. Department of Health. 1996.
- UKPDS 33. UK Prospective Diabetes Study (UKPDS) Group. *Lancet*, 1998; 352, 837-53.

- Department of Health and Human Services. *Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion*. 1996.
- Uy HL, Guise TA, De La Mata J, *et al.* Effects of parathyroid hormone (PTH)-related protein and PTH on osteoclasts and osteoclast precursors in vivo. *Endocrinology*, 1995; 136, 3207-3212.
- Vainionpää L, Kovala T, Tolonen U, *et al.* Vincristine therapy for children with acute lymphoblastic leukemia impairs conduction in the entire peripheral nerve. *Pediatr Neurol*, 1995; 13, 314-318.
- Valdimarsson O, Linden C, Johnell O, *et al.* Daily physical education in the school curriculum in prepubertal girls during 1 year is followed by an increase in bone mineral accrual and bone width. *Calcif Tissue Int*, 2006; 78, 65-71.
- Van Brussel M, Takken T, Lucía A, *et al.* Is physical fitness decreased in survivors of childhood leukemia? A systematic review. *Leucemia*, 2005; 19, 13-7.
- Van Der Does-Van Der Berg A, De Vann GAM, *et al.* Late effects among long-term survivors of childhood acute leukemia in the netherlands: A dutch childhood leukemia study group report. *Pediatr Res*, 1995; 38, 802-807.
- Vasan RS, Beiser A, *et al.* Residual lifetime risk for developing hypertension in middle-aged women: The Framingham Heart Study. *JAMA*, 2002; 287, 1003-1010.
- Vazquez JA, Gaztambide S, Soto-Pedre E. 10-year prospective study on the incidence and risk factors for type 2 diabetes mellitus. *Med Clin*, 2000; 115, 534-9.
- Vicente-Rodríguez G, Ara I, Perez-Gomez J, *et al.* High femoral bone mineral density accretion in prepubertal soccer players. *Med Sci Sports Exerc*, 2004; 36, 1789-1795.
- Vicente-Rodríguez G, Ara I, Perez-Gomez J, *et al.* Muscular development and physical activity as major determinants of femoral bone mass acquisition during growth. *Br J Sports Medicine*, 2005; 39, 611-616.
- Vicente-Rodríguez G, Dorado C, Ara I, *et al.* Artistic versus rhythmic gymnastics: Effects on bone and muscle mass in young girls. *Int J Sports Med*, 2007; 28, 386-393.
- Vicente-Rodríguez G, Dorado C, Perez-Gomez J, *et al.* Enhanced bone mass and physical fitness in young female handball players. *Bone*, 2004; 35, 1208-1215.
- Vicente-Rodríguez G, Ezquerro J, Mesana MI, *et al.* Independent and combined effect of nutrition and exercise on bone mass development. *J Bone Miner Metab*, 2008; 26, 416-424.
- Vicente-Rodríguez G, Jimenez-Ramirez J, Ara I, *et al.* Enhanced bone mass and physical fitness in prepubescent footballers. *Bone*, 2003; 33, 853-859.
- Vicente-Rodríguez G, Perez-Gomez J, Ara I, *et al.* Handball participation increases bone mass and improves physical fitness in young girls. En: Van Praagh E, Coudert J (eds.). *9th Annual Congress of the ECSS*. Clermont-Ferrand, France, Université D'auvergne. 2004; pp 256.
- Vicente-Rodríguez G. How does exercise affect bone development during growth? *Sports Medicine*, 2006; 36, 561-569.
- Villar Álvarez F, Banegas Banegas JR. La mortalidad cardiovascular en España. *Rev San Hig Pub*, 1991; 65, 5-7.
- Villar Álvarez F. *Las enfermedades cardiovasculares y sus factores de riesgo en España: Hechos y cifras*. Madrid, Sociedad Española de Arteriosclerosis. 2003.
- Vincent KR, Braith RW. Resistance exercise and bone turnover in elderly men and women. *Med Sci Sports Exerc*, 2002; 34, 17-23.
- Vuori I, Heinonen A, Sievanen H, *et al.* Effects of unilateral strength training and detraining on bone mineral density and content in young women: A study of mechanical loading and deloading on human bones. *Calcif Tissue Int*, 1994; 55, 59-67.
- Wadden TA, Berkowitz RI, Womble LG, *et al.* Effects of sibutramine plus orlistat in obese women following 1 year of treatment by sibutramine alone: A placebo-controlled trial. *Obes Res*, 2000; 8, 431-437.
- Wajchenberg BL. Subcutaneous and visceral adipose tissue: Their relation to the metabolic syndrome. *Endocr Rev*, 2000; 21, 697-738.
- Wallace AM, Tuckert P, Williams DM, *et al.* Short term-effects of prednisolone and dexamethasone on circulating concentration of leptin and sex hormone-binding globulin in children being treated for acute lymphoblastic leukemia. *Clin Endocrinol*, 2003; 58, 770-776.
- Wang JS, Chow SE. Effects of exercise training and detraining on oxidized low-density lipoprotein-potentiated platelet function in men. *Arch Phys Med Rehabil*, 2004; 85, 1531-1537.
- Wanke T, Formanek D, Lahrmann H, *et al.* Effects of combined inspiratory muscle and cycle ergometer training on exercise performance in patients with COPD. *Eur Respir J*, 1994; 7, 2205-2211.
- Wardlaw GM. Putting body weight and osteoporosis into perspective. *Am J Clin Nutr*, 1996; 63, 433S-436S.
- Warner JT, Bell W, Webb DK, *et al.* Relationship between cardiopulmonary response to exercise and adiposity in survivors of childhood malignancy. *Arch Dis Child*, 1997; 76, 298-303.
- Wei M, Kampert JB, Barlow CE, *et al.* Relationship between low cardiorespiratory fitness and mortality in normal weight, overweight and obese men. *JAMA*, 1999; 282, 1547-1553.
- Weintraub MS, Rosen Y, Otto R, *et al.* Physical exercise conditioning in the absence of weight loss reduced fasting and postprandial triglyceride-rich lipoprotein levels. *Circulation*, 1989; 79, 1007-1014.
- Weise SD, Grandjean PW, Rohack JJ, *et al.* Acute changes in blood lipids and enzymes in postmenopausal women after exercise. *J Appl Physiol*, 2005; 99, 609-615.
- Whelton PK, He J, *et al.* Primary prevention of hypertension: Clinical and public health advisory from the National High Blood Pressure Education Program. *JAMA*, 2002; 288, 1882-1888.
- Whelton SP, Chin A, Xin X, *et al.* Effect of aerobic exercise on blood pressure: A meta-analysis of randomized, controlled trials. *Ann Intern Med*, 2002; 136, 493-503.
- WHO. *Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Report of a WHO Consultation*. Geneva, WHO. 1999.
- WHO. *Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. WHO Technical Report Series 916*. Geneva, WHO. 2003
- WHO. *Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation. Technical Report Series 894*. Geneva, WHO. 2000.
- WHO. *Prevalence of diabetes worldwide*. Geneva, WHO. 2005.
- WHO. *Programme of Nutrition, Family and Reproductive Health. Obesity. Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation on obesity*. Geneva, WHO. 1998.

- Williams PT, Alberts JJ, Krauss RM, *et al.* Association of lecithin: Cholesterol acyltransferase (LCAT) mass concentrations with exercise, weight loss, and plasma lipoprotein subfraction concentrations in men. *Atherosclerosis*, 1990; 82, 53-58.
- Williams PT, Krauss RM, Vranizan KM, *et al.* Effects of weight loss by exercise and by diet on apolipoproteins A-I and A-II and the particle size distribution of high-density lipoproteins in men. *Metabolism*, 1992; 41, 441-449.
- Wilmore JH. The aging of bone and muscle. *Clin Sports Med*, 1991; 10, 231-244.
- Wilund KR, Colvin PL, Phares D, *et al.* The effect of endurance exercise training on plasma lipoprotein AI and lipoprotein AI: AII concentrations in sedentary adults. *Metabolism*, 2002; 51, 1053-1060.
- Winner SJ, Morgan CA, Evans JG. Perimenopausal risk of falling and incidence of distal forearm fracture. *Br Med J*, 1989; 298, 1486-1488.
- Woitge HW, Friedmann B, Suttner S, *et al.* Changes in bone turnover induced by aerobic and anaerobic exercise in young males. *J Bone Miner Res*, 1998; 13, 1797-1804.
- Wolff I, van Croonenborg JJ, Kemper HC, *et al.* The effect of exercise training programs on bone mass: A meta-analysis of published controlled trials in pre- and postmenopausal women. *Osteoporos Int*, 1999; 9, 1-12.
- Wood P, Stefanick ML, Williams PT, *et al.* The effects on plasma lipoproteins of a prudent weight-reducing diet, with or without exercise, in overweight men and women. *N Engl J Med*, 1991; 325, 461-466.
- Wood PD, Stefanick ML. Exercise, fitness and atherosclerosis. En: Bouchard C (eds.). *Exercise, fitness and health*. Champaign IL, Human Kinetics. 1990: pp 409-423.
- Woolf AD, Dixon AJ. *Osteoporosis: A clinical guide*. London, Martin Dunitz. 1988.
- Wright MJ, Hanna SE, Halton JM, *et al.* Maintenance of ankle range of motion in children treated for acute lymphoblastic leukemia. *Pediatr Phys Ther*, 2003; 15, 146-152.
- Yoshizawa T, Handa Y, Uematsu Y, *et al.* Mice lacking the vitamin D receptor exhibit impaired bone formation, uterine hypoplasia and growth retardation after weaning. *Nat Genet*, 1997; 16, 391-396.
- Yui Y, Aoyama T, Morishita H, *et al.* Serum prostacyclin stabilizing factor is identical to apolipoprotein A-I (ApoA-I). A novel function of apo A-I. *J Clin Invest*, 1988; 82, 803-807.
- Yusuf S, Reddy S, *et al.* Global burden of cardiovascular diseases: Part I: General considerations, the epidemiological transition, risk factors and impact of urbanization. *Circulation*, 2001; 104, 2746-2753.
- Zamora A, Marrugat J. Prognosis of diabetic patients with ischemic cardiopathy. *Rev Esp Cardiol*, 2002; 5, 751-62.
- Zanker CL, Swaine IL. Relation between bone turnover, oestradiol, and energy balance in women distance runners. *Br J Sports Med*, 1998; 32, 167-171.
- Zderic TW, Hamilton MT. Physical inactivity amplifies the sensitivity of skeletal muscle to the lipid-induced downregulation of lipoprotein lipase activity. *J Appl Physiol*, 2006; 100, 249-57.
- Zhang JQ, Ji LL, Nunez G, *et al.* Effect of exercise timing on postprandial lipemia in hypertriglyceridemic men. *Can J Appl Physiol*, 2004; 29, 590-603.
- Zhang JQ, Smith B, Langdon MM, *et al.* Changes in LPLa and reverse cholesterol transport variables during 24-h postexercise period. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 2002; 283, E267-E274.
- Zhang XZ, Kalu DN, Erbas B, *et al.* The effects of gonadectomy on bone size, mass, and volumetric density in growing rats are gender-, site-, and growth hormone-specific. *J Bone Miner Res*, 1999; 14, 802-809.
- Zhang Y, Proenca R, Maffei M, *et al.* Positional cloning of the mouse obese gene and its human homologue. *Nature*, 1994; 372, 425-432.
- Zimmet P, Alberti KG, Shaw JE. Global and societal implications of the diabetes epidemic. *Nature*, 2001; 414, 782-7.
- Zimmet P, Alberti KG, Shaw JE. Mainstreaming the metabolic syndrome: A definitive definition. *Med J Aust*, 2005; 183, 175-6.
- Zimmet P, Alberti KGMM, Serrano Rios M. A new international diabetes federation worldwide definition of the metabolic syndrome: The rationale and the results. *Rev Esp Cardiol*, 2005; 58, 1371-6.

## PARTE VI: NUTRICIÓN Y ACTIVIDAD FÍSICA

- Abellan R, Ventura R, Pichini S, *et al.*, Effect of physical fitness and endurance exercise on indirect biomarkers of Recombinant growth hormone misuse: Insulin-like growth Factor I and procollagen type III peptide. *Int J Sports Medicine*, 2007; 28, 9-15.
- Abraham SF, Beumont P. How patients describe bulimia or binge eating. *Psychol Med*, 1982; 12, 625-635.
- American Diabetes Association and the American Dietetic Association. *Official pocket guide to diabetic exchanges*, 2002.
- American Diabetes Association. *Exchange List For Meal Plan*, 2003.
- American Psychiatric Association. *Diagnostic and statistical manual of mental disorders*. Washington, D.C., 1987.
- American Psychiatric Association. *Treatment of patients with eating disorders*, third edition. American Psychiatric Association. *Am J Psychiatry*, 2006; 163 7 Supl: 4-54.
- Andersen AE. Diagnosis and treatment of males with eating disorders. En: Andersen AE, (ed.). *Males with eating disorders*. New York, Brunner/Mazel. 1990.
- Avois L, Robinson N, Saudan C, *et al.*, Central nervous system stimulants and sport practice. *Br J Sports Medicine*, 2006; 40 Supl 1, 16-20.
- Azzay, H. M., Mansour, M. M., Christenson, R. H. Doping in the recombinant era: Strategies and counterstrategies. *Clin Biochem*, 2005; 38, 959-965.
- Bachner-Melman R, Zohar AH, Ebstein RP, *et al.*, How anorexic-like are the symptom and personality profiles of aesthetic athletes? *Med Sci Sports Exerc*, 2006; 38, 628-636.
- Bahrke MS, Yesalis CE. Abuse of anabolic androgenic steroids and related substances in sport and exercise. *Curr Opin Pharmacol*, 2004; 4, 614-620.
- Bale P, Doust J, Davison D. Gymnastics, distance runners, anorexic body composition and menstrual status. *J Sports Med*, 1996; 36, 49-53.
- Barbany JR. *Fisiología del ejercicio físico y del entrenamiento*. Barcelona, Paidotribo. 2002.
- Bardone-Cone AM, Wonderlich SA, Frost RO, *et al.*, Perfectionism and eating disorders: Current status and future directions. *Clin Psychol Rev*, 2007; 27, 384-405.

- Baró L, López-Huertas E, Boza JJ. Leche y derivados lácteos. En: Gil A, Ruiz MD, (eds.). *Tratado de nutrición. Tomo II. Composición y calidad nutritiva de los alimentos*. Madrid, Acción Médica. 2005: pp 35-74.
- Baume N, Schumacher YO, Sottas PE, *et al.*, Effect of multiple oral doses of androgenic steroids on endurance performance and serum indices of physical stress in healthy male subjects. *Eur J Appl Physiol*, 2006; 8, 329-340.
- Beals KA, Manore MM. Disorders of the female athlete triad among collegiate athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 2002; 12, 281-293.
- Berggren A, Ehrnborg C, Rosen T, *et al.*, Short-term administration of supraphysiological recombinant human growth hormone (GH) does not increase maximum endurance exercise capacity in healthy, active young men and women with normal GH-insulin-like growth factor I axes. *J Clin Endocrinol Metab*, 2005; 90, 3268-3273.
- Bergstrom J, Hermansen L, Hultman E, Saltin B. Diet, muscle glycogen and physical performance. *Acta Physiol Scand*, 1967; 71, 140-150.
- Bernadot D. Working with young athletes. Views of the nutritionist on the sport medicine team. *Int J Sport Nutr*, 1996; 6, 110-120.
- Blasco MP, García Merita ML, Balaguer I. Trastornos alimentarios en la actividad física y el deporte: Una revisión. *Rev Psicol Dep*, 1993; 3, 41-53.
- Bohn AM, Khodae M, Schwenk TL. Ephedrine and other stimulants as ergogenic aids. *Curr Sports Medicine Rep*, 2003; 2, 220-225.
- Bowers RW, Fox EL. *Fisiología del deporte*. Madrid, Panamericana. 1995.
- Brooks-Gunn J, Burrow C, Warner MP. Attitudes toward eating and body weight in different groups of female adolescent athletes. *Int J Eat Disord*, 1988; 7, 749-757.
- Brownell KD, Rodin J, Wilmore JH. *Eating, bodyweight and performance in athletes: Disorders of modern society*. Philadelphia, Lea and Febiger. 1992.
- Brunet M. Female athlete triad. *Clin Sports Medicine*, 2005; 24, 623-636.
- Byrne S, McLean N. Eating disorders in athletes: A review of the literature. *J Sci Med Sport*, 2001; 4, 145-159.
- Chumacher YO, Ashenden M. Doping with artificial oxygen carriers: An update. *Sports Medicine*, 2004; 34, 141-150.
- Costill DL, Wilmore JH. *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. Barcelona, Paidotribo. 2004.
- Davis C, Cowles MA. Comparison of weight and diet concerns and personality factors among female athletes and nonathletes. *J Psychosom Res*, 1989; 3, 527-536.
- Derk CT. Osteoporosis in females prior to menopause: Current concepts regarding definition, screening and management. *Minerva Med*, 2006; 97, 479-486.
- Dick RW. Eating disorders in NCAA athletic programs. *Athletic Training*, 1991; 26, 136-140.
- Doessing S, Kjaer M. Growth hormone and connective tissue in exercise. *Scand J Med Sci Sports*, 2005; 15, 202-210.
- Dosil J. *Trastornos de alimentación en el deporte*. Sevilla, Wanceulen. 2003.
- Driskell JA, Wolinsky I. *Nutritional Assessment of Athletes*. Boca Raton, CRC Press. 2002.
- Eichner ER. Ergolytic drugs in medicine and sports. *Am J Med*, 1993; 94, 205-211.
- Enns MP, Drenowski A, Grinker JA. Body composition, body size estimation and attitudes toward eating in female college athletes. *Psychosom Med*, 1987; 49, 56-64.
- Feit L. Disordered eating. Is coaching education the answer? *Track Technique*, 1992; 121, 3849-3853.
- Forsberg S, Lock J. The relationship between perfectionism, eating disorders and athletes: A review. *Minerva Pediatr*, 2006; 58, 525-536.
- Franco DL, Keel PK. Suicidality in eating disorders: Occurrence, correlates, and clinical implications. *Clin Psychol Rev*, 2006; 26, 769-782.
- García-Villanova B, Guerra EJ. Cereales y productos derivados. En: Gil A, Ruiz MD, (eds.). *Tratado de nutrición. Tomo II. Composición y calidad nutritiva de los alimentos*. Madrid, Acción Médica. 2005: pp 177-228.
- Garner DM, Garfinkel E. Socio-cultural factors in the development of anorexia nerviosa. *Psychol Med*, 1980; 10, 647-656.
- Garner DM, Garfinkel PE. The Eating Attitudes Test: An index of the symptoms of anorexia nerviosa. *Psychol Med*, 1979; 9, 273-279.
- Garner DM, Olmsted MP. *Manual for Eating Disorder Inventory (EDI)*. Odessa, FL, Psychological Assessment Resources Inc. 1984.
- Garner DM, Rosen LW. Eating disorders among athletes: Research and recommendation. *J Sport Appl Sci Res*, 1991; 4, 100-107.
- Garner DM. The Eating Disorders Inventory-2 Professional Manual. Odessa, FL, Psychological Assessment Resources Inc. 1991.
- Gaudard A, Varlet-Marie E, Bressolle F, *et al.*, Drugs for increasing oxygen and their potential use in doping: A review. *Sports Med*, 2003; 33, 187-212.
- Gil A. *Tratado de Nutrición. Volumen 2. Composición y calidad nutritiva de los alimentos*. Madrid, Acción Médica. 2005.
- Gil A. *Tratado de Nutrición. Volumen 4. Nutrición clínica*. Madrid, Acción Médica. 2005.
- Gil A, Sánchez de Medina F. Funciones y metabolismo de los nutrientes. En: Gil A, Sánchez de Medina F, (eds.). *Tratado de Nutrición. Tomo I. Bases Fisiológicas y Bioquímicas de la Nutrición*. Madrid, Acción Médica. 2005: pp 19-52.
- González Gallego J. Radicales libres y antioxidantes en el ejercicio. En: Seco J, (ed.). *Fisioterapia, salud y rendimiento deportivo*. León, Ediciones Universidad de León. 2003: pp 107-114.
- González Gallego J. Nutrición y ejercicio físico. En: Gil A, Sánchez de Medina F, (eds.). *Tratado de Nutrición. Tomo III. Nutrición humana en el estado de salud*. Madrid, Acción Médica. 2005: pp 467-500.
- González Gallego J, Collado PS, Mataix J. *Nutrición en el deporte. Ayudas ergogénicas y dopaje*. Madrid, Díaz de Santos. 2006.
- González Gallego J, Villa JG. *Nutrición y ayudas ergogénicas en el deporte*. Madrid, Síntesis. 1998.
- Haisma HJ, de Hon O. Gene doping. *Int J Sports Medicine*, 2006; 27, 257-266.
- Hall RC. Abuse of supraphysiologic doses of anabolic steroids. *South Med J*, 2005; 98, 550-555.
- Harris JA, Benedict FG. A biometric study of basal metabolism in man. Washington DC, Carnegie Institute. 1919.
- Hay PJ, Bacaltchuck J. Bulimia nerviosa. *Clin Evid*, 2006; 15, 1315-1331.

- Hoel HW. Incidence, prevalence and mortality of anorexia nervosa and other eating disorders. *Curr Opin Psychiatry*, 2006; 19, 389-394.
- Hoggie LB, Michael MA, Houston SM, *et al.*, Nutrition Informatics. *J Am Diet Assoc*, 2006; 106, 134-139.
- Hsu LKG. *Eating disorders*. New York, Guilford Press. 1990.
- Hulley AJ, Hill AJ. Eating disorders and health in elite women distance runners. *Int J Eat Disord*, 2001; 30, 312-317.
- Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr* 40, 1978; 497-504.
- Jansen A. Towards effective treatment of eating disorders: Nothing is as practical as a good theory. *Behav Res Ther*, 2001; 39, 1007-1022.
- Johnson C, Connoers M. *The ethiology and treatment of bulimia nervosa*. New York, Basic Books. 1987.
- Joyner MJ. VO<sub>2</sub> máx, blood doping, and erythropoietin. *Br J Sports Medicine*, 2003; 37, 190-191.
- Kazis K, Iglesias E. The female athlete triad. *Adolesc Med*, 2003; 14, 87-95.
- Knopp WD, Wang TW, Bach BR Jr. Ergogenic drugs in sports. *Clin Sports Med*, 1997; 16, 375-392.
- Kondo DG, Sokol MS. Eating disorders in primary care. A guide to identification and treatment. *Postgrad Med*, 2006; 119, 59-65.
- Lee RD, Nieman DC. *Nutritional assessment*. Collage, McGraw-Hill. 2006.
- Lucía A, Earnest C, Arribas C. The tour de France: A physiological review. *Scand J Med Sci Sports*, 2003; 13, 275-283.
- Mañas M, Martínez de Victoria E, Yago MD. Tablas de composición de alimentos y bases de datos nutricionales. En: Gil A, Ruiz MD, (eds.). *Tratado de nutrición. Tomo II. Composición y calidad nutritiva de los alimentos*. Madrid, Acción Médica. 2005: pp 1-34.
- Manore MM, Thompson J. Sport nutrition for health and performance. *Human Kinetics*, 2000; Champaign IL.
- Martínez de Victoria E, Mañas M, Yago MD. Fisiología de la digestión. En: Gil A, Sánchez de Medina F, (eds.). *Tratado de nutrición. Tomo I. Bases fisiológicas y bioquímicas de la nutrición*. Madrid, Acción Médica. 2005: pp 249-293.
- Martínez de Victoria E, Mañas M. La grasa en el contexto de una dieta saludable. En: *Clínicas españolas de nutrición. Volumen I*. Barcelona, Masson. 2005: pp 143-150.
- Márquez S. Trastornos alimentarios en el deporte: Factores de riesgo, consecuencias sobre la salud, tratamiento y prevención. *Nutr Hosp*, 2008; 23, 183-190.
- Mataix J. *Nutrición y alimentación humana*. Madrid, Ergón. 2002.
- Mataix J, Carazo Marín E. *Nutrición para educadores*. Madrid, Díaz de Santos. 2005.
- Mataix J, García L, Mañas M, Martínez de Victoria E, Llopis J. *Tablas de Composición de Alimentos 4ª Edición corregida y aumentada*. Ed. Servicio de publicaciones de la Universidad de Granada. 2003.
- Mc Ardle WD, Katch FI, Katch VL. *Sports and Exercise Nutrition*. Baltimore, Lippincott Williams and Wilkins. 2005.
- Mitchell JE. *Bulimia nervosa*. Minneapolis, University of Minnesota Press. 1990.
- Mitchell JE, Agras S, Wonderlich S. Treatment of bulimia nervosa: Where are we and where are we going? *Int J Eat Disord*, 2007; 40, 95-101.
- Mitchell JE, Crow S. Medical complications of anorexia nervosa and bulimia nervosa. *Curr Opin Psychiatry*, 2006; 19, 438-443.
- Modlinski R, Fields, K. B. The effect of anabolic steroids on the gastrointestinal system, kidneys and adrenal glands. *Curr Spots Med Rep*, 2006; 5, 104-109.
- Pérez F, Larqué E, Zamora S. Calidad nutritiva de los alimentos. En: Gil A, Ruiz MD, (eds.). *Tratado de nutrición. Tomo II. Composición y calidad nutritiva de los alimentos*. Madrid, Acción Médica. 2005: pp 615-646.
- Pérez Recio G, Rodríguez Guisado F, Esteve E, *et al.*, Prevalencia de trastornos de la conducta alimentaria en deportistas. *Rev Psicol Dep*, 1992; 1, 5-16.
- Perry AC, Crane LS, Applegate B, *et al.*, Nutrient intake and psychological and physiological assessment in eumenorrheic and amenorrheic female athletes: A preliminary study. *Int J Sport Nutr*, 1996; 6, 3-13.
- Prakasa VV, Overman ST. Psychological well-being and body image: A comparison of black women athletes and non athletes. *J Sport Behav*, 1986; 9, 79-91.
- Ravaldi C, Vannacci A, Zucchi T, *et al.*, Eating disorders and body image disturbances among ballet dancers, gymnasium users and body builders. *Psychopathology*, 2003; 36, 247-254.
- Rome ES. *Eating disorders*. Obstet Gynecol Clin North Am. 2003; 30, 353-377.
- Ros G, Martínez C. Calidad y composición nutritiva de la carne el pescado y el marisco. En: Gil A, Ruiz M, (eds.). *Tratado de nutrición. Tomo II. Composición y calidad nutritiva de los alimentos*. Madrid, Acción Médica. 2005: pp 107-146.
- Ros G, Periago MJ. Calidad y composición nutritiva de hortalizas, verduras y legumbres. En: Gil A, Ruiz MD, (eds.). *Tratado de nutrición. Tomo II. Composición y calidad nutritiva de los alimentos*. Madrid, Acción Médica. 2005: pp 229-263.
- Rosen LW, Hough DO. Pathogenic weight control behaviors of female collegiate gymnastics. *Phys Sportsmed*, 1988; 16, 141-144.
- Rubio de Lemos P, Lubin P. La anorexia en el atletismo. *Rev Psicol Gen Apli*, 1993; 46, 459-464.
- Saugy M, Avois L, Saudan C, *et al.*, Cannabis and sport. *Br J Sports Medicine*, 2006; 40 Supl 1, 13-15.
- Saugy M, Robinson N, Saudan C, *et al.*, Human growth hormone doping in sport. *Br J Sports Medicine*, 2006; 40 Supl 1, 35-39.
- Serra L, Aranceta J. *Nutrición y Salud pública. Métodos, bases científicas y aplicaciones*. Barcelona, Masson. 2006.
- Sherman RT, Thompson RA. *Bulimia: A guide for family and friends*. Lexington Books: Lexington, M. A., 1990.
- Sodersten P, Bergh C, Zandian M. Understanding eating disorders. *Horm Behav*, 2006; 50, 572-578.
- Steffen KJ, Roerig JL, Mitchell JE, Uppala S. Emerging drugs for eating disorder treatment. *Expert Opin Emerg Drugs*, 2006; 11, 315-336.
- Sudi K, Ottl K, Payerl D, Baumgartl P, *et al.*, Anorexia athletica. *Nutrition*, 2004; 20, 657-661.
- Sundgot-Borgen J, Torstveit MK. Prevalence of eating disorders in elite athletes is higher than in the general population. *Clin J Sport Med*, 2004; 14, 25-32.
- Thompson RA, Sherman RT. *Helping athletes with eating disorders*. Champaign IL, Human Kinetics. 1993.
- Toro J, Villardell E. *Anorexia nerviosa*. Barcelona, Martínez Roca. 1987.
- Trout GJ, Kazlauskas R. Sports drug testing-an analyst's perspective. *Chem Soc Rev*, 2004; 33, 1-13.

- Villa JG, Córdova A, González Gallego J. *et al.*, *Nutrición del deportista*. Madrid, Gymnos. 2000.
- Villegas JA, González Gallego J. Ayudas ergogénicas. En: Villegas JA, (ed.). *Nutrición del deportista: Aspectos propios*. Murcia, Dirección General de Deportes, Región de Murcia. 2001: pp 102-117.
- Walholdtz BD, Andersen AE. Gastrointestinal symptoms in anorexia nervosa. *Gastroenterology*, 1990; 98, 1415-1419.
- Watson G, Judelson DA, Armstrong LE, *et al.*, Influence of diuretic-induced dehydration on competitive sprint and power performance. *Med Sci Sports Exerc*, 2005; 37, 1168-1174.
- Wilber RL. Detection of DNA-recombinant human epoetin-alfa as a pharmacological ergogenic aid. *Sports Med*, 2002; 32, 125-142.
- Williams MH. *Nutrición para la salud, la condición física y el deporte*. Barcelona, Paidotribo. 2003.
- Wolinsky I, Driskell JA. *Sports nutrition. Vitamins and trace elements*. Boca Raton, CRC Press. 1996.
- Yago MD, Martínez de Victoria E, Mañas M. Métodos para la evaluación de la ingesta de alimentos. En: Gil A, Ruiz M. D, (eds.). *Tratado de nutrición. Tomo II. Composición y calidad Nutritiva de los Alimentos*. Madrid, Acción Médica. 2005: pp 35-73.
- Yates A. Biologic considerations in ethiology of eating disorders. *Pediat Ann*, 1992; 21, 739-744.
- Zamora S, Larqué E, Pérez F. Errores, mitos y realidades en la alimentación. En: Gil A, Ruiz MD, (eds.). *Tratado de nutrición. Tomo III. Nutrición humana en el estado de salud*. Madrid, Acción Médica. 2005: pp 501-522.
- Zipfel S, Sammet I, Rapps N, *et al.*, Gastrointestinal disturbances in eating disorders: Clinical and neurobiological aspects. *Auton Neurosci*, 2006; 129, 99-106.
- Artal R. Exercise and pregnancy. *Clin Sports Medicine*, 1992; 11, 363-377.
- Artal R, Masaki DI, Khodiguian N, *et al.*, Exercise prescription in pregnancy: Weight-bearing versus non-weight-bearing exercise. *Am J Obstet Gynecol*, 1989; 161, 464-4649.
- Artal R, Platt LD, Sperling M, *et al.*, Maternal cardiovascular and metabolic responses in normal pregnancy. *Am J Obstet Gynecol*, 1981; 140, 123-127.
- Astrand, P. O., Rodahl, K. *Textbook of work physiology*. McGraw-Hill: New York, pp 423-427, 1986.
- Avery ND, Wolfe LA, Amara CE, *et al.*, Effects of human pregnancy on cardiac autonomic function above and below the ventilatory threshold. *J Appl Physiol*, 2001; 90, 321-328.
- Bardag-Gorce F, Farout L, Veyrat-Durebex C, *et al.*, Changes in 20S proteasome activity during ageing of the LOU rat. *Mol Biol Rep*, 1999; 26, 89-93.
- Bar-Or O. *Advances in pediatric sport sciences*. Champaign IL, Human Kinetics. 1989.
- Bar-Or O. *Pediatric sports medicine for the practitioner. From physiologic principles to clinical applications*. New Cork, Springer-Verlag. 1983.
- Baumann H, Huch R. Altitude exposure and staying at high altitude in pregnancy: Effects on the mother and fetus. *Zentralbl Gynakol*, 1986; 108, 889-899.
- Beilock SL, Feltz DL, Pivarnik JM. Training patterns of athletes during pregnancy and postpartum. *Res Q Exerc Sport*, 2001; 72, 39-46.
- Berchtold NC, Kesslak JP, Pike CJ, *et al.*, Estrogen and exercise interact to regulate brain-derived neurotrophic factor mRNA and protein expression in the hippocampus. *Eur J Neurosci*, 2001; 14, 1992-2002.
- Berkowitz GS, Kelsey JL, Holford TR, *et al.*, Physical activity and the risk of spontaneous premature delivery. *J Reprod Med*, 1983; 28, 581-588.
- Beunen G, Thomis M. Muscular strength development in children and adolescent. *Pediatr Exerc Sci*, 2000; 12, 174-197.
- Bordin D, Giorgi G, Porqueddu Zacchello G, *et al.*, Obesity, overweight and physical activity in elementary school child. *Minerva Pediatr*, 1995; 47, 521-526.
- Boreham C, Riddoch C. The physical activity, fitness and health of children. *J Sports Sci*, 2001; 19, 915-929.
- Borst SE. Interventions for sarcopenia and muscle weakness in older people. *Age Ageing*, 2004; 33, 548-555.
- Brandon LJ, Boyette LW, Lloyd A, *et al.*, Resistive training and long-term function in older adults. *J Aging Phys Act*, 2004; 12, 10-28.
- Bruce B, Fries JF, Lubeck DP. Aerobic exercise and its impact on musculoskeletal pain in older adults: A 14 year prospective, longitudinal study. *Arthritis Res Ther*, 2005; 7, R1263-R1270.
- Bung P, Spatling L, Huch A. Performance training in pregnancy. Report of respiratory and cardiovascular physiologic changes in pregnant high-performance athletes in comparison with a sample of normal pregnant patients. *Geburtshilfe Frauenheilkd*, 1998; 48, 500-511.
- Butler CL, Williams MA, Sorensen TK, *et al.*, Relation between maternal recreational physical activity and plasma lipids in early pregnancy. *Am J Epidemiol*, 2004; 160, 350-359.
- Camporesi EM. Diving and pregnancy. *Semin Perinatol*, 1996; 20, 292-302.
- Carnethon MR, Gidding SS, Nehgme R, *et al.*, Cardiorespiratory fitness in young adulthood and the development of cardiovascular disease risk factors. *JAMA*, 2003; 290, 3092-100.

## PARTE VII: ACTIVIDAD FÍSICA Y DESARROLLO HUMANO

- Abete P, Ferrara N, Cacciatore F, *et al.*, High level of physical activity preserves the cardioprotective effect of preinfarction angina in elderly patients. *J Am Coll Cardiol*, 2001; 38, 1357-1365.
- Abrams R, Caton D, Clapp J, *et al.*, Thermal and metabolic features of life in utero. *Clin Obstet Gynecol*, 1970; 13, 549-564.
- Adamson Jr K. The role of thermal factors in fetal and neonatal life. *Pediat Clin North America*, 1966; 13, 599-619.
- Ahmaidi S, Masse-Biron J, Adam B, *et al.*, Effects of interval training at the ventilatory threshold on clinical and cardiorespiratory responses in elderly humans. *Eur J Appl Physiol*, 1998 78, 170-176.
- American College of Sports Medicine. *Guidelines for exercise testing and prescription*. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins. 2000.
- Andersen LL, Tufekovic G, Zebis MK, *et al.*, The warm-up procedure: To stretch or not to stretch. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1994; 19, 12-17.
- Anderson TD. Exercise and sport in pregnancy. *Midwife Health Visit Commun Nurse*, 1986; 22, 275-278.
- Ara I, Vicente-Rodriguez G, Jimenez-Ramirez J, *et al.*, Regular participation in sports is associated with enhanced physical fitness and lower fat mass in prepubertal boys. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 2004; 28, 1585-93.

- Carro E, Nuñez A, Busiguina S, *et al.*, Circulating insulin-like growth factor I mediates effects of exercise on the brain. *J Neurosci*, 2000; 20, 2926-2933.
- Casajús JA, Novella A. *Bases anatómicas y fisiológicas del movimiento*. Buenos Aires, Panamericana. 2003.
- Casajús JA. Desempeño físico y maduración. *Selección*, 1993; 2, 42-48.
- Castro T. Informe 2000: Las personas mayores en España. *Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales*, 2000.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Strength training among adults aged  $\geq 65$  years--United States, 2001. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*, 2004; 53, 25-28.
- Chao A, Connell CJ, Jacobs EJ, *et al.*, Amount, type, and timing of recreational physical activity in relation to colon and rectal cancer in older adults: The Cancer Prevention Study II Nutrition Cohort. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, 2004; 13, 2187-2195.
- Clapp JF 3rd, Capeless EL. The changing glycemic response to exercise during pregnancy. *Am J Obstet Gynecol*, 1991; 165, 1678-1683.
- Clapp JF 3rd, Dickstein S. Endurance exercise and pregnancy outcome. *Med Sci Sports Exerc*, 1984; 16, 556-562.
- Clapp JF 3rd, Little KD, Capeless EL. Fetal heart rate response to sustained recreational exercise. *Am J Obstet Gynecol*, 1993; 168, 198-206.
- Clapp JF 3rd, Lopez B, Harcar-Sevcik R. Neonatal behavioral profile of the offspring of women who continued to exercise regularly throughout pregnancy. *Am J Obstet Gynecol*, 1999; 180, 91-94.
- Clapp JF 3rd, Wesley Sleamaker RH. Thermoregulatory and metabolic responses prior to and during pregnancy. *Med Sci Sports and Exerc*, 1987; 19, 124-130.
- Clapp JF 3rd. Exercise during pregnancy. A clinical update. *Clin Sports Med*, 2000; 19, 273-286.
- Clapp JF 3rd. Oxygen consumption during treadmill exercise before, during, and after pregnancy. *Am J Obstet Gynecol*, 1989; 161, 1458-1464.
- Clarke PE, Gross H. Women's behaviour, beliefs and information sources about physical exercise in pregnancy. *Midwifery*, 2004; 20, 133-141.
- Close GL, Kayani A, Vasilaki A, *et al.*, Skeletal muscle damage with exercise and aging. *Sports Medicine*, 2005; 35, 413-427.
- Colcombe SJ, Kramer AF, Erickson KI, *et al.*, Cardiovascular fitness, cortical plasticity, and aging. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2004; 101, 3316-3321.
- Colditz GA. Economic costs of obesity and inactivity. *Med Sci Sports Exerc*, 1999; 31 Suppl, S663-S667.
- Cotman CW, Engesser-Cesar C. Exercise enhances and protects brain function. *Exerc Sport Sci Rev*, 2002; 30, 75-79.
- Courneya KS. Exercise in cancer survivors: An overview of research. *Med Sci Sports Exerc*, 2003; 35, 1846-1852.
- Cussler EC, Lohman TG, Going B, *et al.*, Weight lifted in strength training predicts bone change in postmenopausal women. *Med Sci Sports Exerc*, 2003; 35, 10-17.
- Dancewicz TM, Krebs DE, McGibbon CA. Lower-limb extensor power and lifting characteristics in disabled elders. *J Rehabil Res Dev*, 2003; 40, 337-347.
- Davies B, Bailey DM, Budgett R., *et al.*, Intensive training during a twin pregnancy. A case report. *Int J Sports Medicine*, 1999; 20, 415-418.
- De la Fuente M, Hernanz A, Vallejo MC. The immune system in the oxidative stress conditions of aging and hypertension: Favorable effects of antioxidants and physical exercise. *Antioxid Redox Signal*, 2005; 7, 1356-1366.
- DeJong AA, Franklin BA. Prescribing exercise for the elderly: Current research and recommendations. *Curr Sports Medicine Rep*, 2004; 3, 337-343.
- Dempsey JC, Butler CL, Sorensen TK, *et al.*, A case-control study of maternal recreational physical activity and risk of gestational diabetes mellitus. *Diabetes Res Clin Pract*, 2004a; 66, 203-215.
- Dempsey JC, Butler CL, Williams MA. No need for a pregnant pause: Physical activity may reduce the occurrence of gestational diabetes mellitus and preeclampsia. *Exerc Sport Sci Rev*, 2005; 33, 141-149.
- Dempsey JC, Sorensen TK, Williams MA, *et al.*, Prospective study of gestational diabetes mellitus risk in relation to maternal recreational physical activity before and during pregnancy. *Am J Epidemiol*, 2004b; 159, 663-670.
- Derosis HA, Pellegrino VY. *The book of hope: How women can overcome depression*. New York, MacMillan. 1982.
- Després JP, Pouliot MC, Moorjani S, *et al.*, Loss of abdominal fat and metabolic response to exercise training in obese women. *Am J Physiol*, 1991; 261, E159-E167.
- Dewey KG, McCrory MA. Effects of dieting and physical activity on pregnancy and lactation. *Am J Clin Nutr*, 1994; 59, 446S-452S.
- DiPenta JM, Johnson JG, Murphy RJ. Natural killer cells and exercise training in the elderly: A review. *Can J Appl Physiol*, 2004; 29, 419-443.
- DiPietro L. Physical activity in aging: Changes in patterns and their relationship to health and function. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2001; 56 (Spec N 2), 13-22.
- Dombovy ML, Bonekat HW, Williams TJ, *et al.*, Exercise performance and ventilatory response in the menstrual cycle. *Med Sci Sports Exerc*, 1987; 19: 111-117.
- Downs DS, Hausenblas HA. Women's exercise beliefs and behaviours during their pregnancy and postpartum. *J Midwifery Womens Health*, 2004; 49, 138-144.
- Drake S. Exercise training to prevent excess weight gain during pregnancy. *ACSM's certified news*, 2003; 13, 1-5.
- Drinkwater BL. *Women in Sports*. New York, Blackwell Science. 2000.
- Duman RS. Neurotrophic factors and regulation of mood: Role of exercise, diet and metabolism. *Neurobiol Aging*, 2005; 26 Suppl 1, 88-93.
- Edwards MJ. Congenital defects in guinea pigs. Following induced hyperthermia during gestation. *Arch Pathol*, 1967; 84, 42-48.
- Eriksen G. Physical fitness and changes in mortality: The survival of the fittest. *Sports Med*, 2001; 31, 571-576.
- Fatouros IG, Jamurtas AZ, Villiotou V, *et al.*, Oxidative stress responses in older men during endurance training and de training. *Med Sci Sports Exerc*, 2004; 36, 2065-2072.
- Fehrenbach E, Niess AM, Veith R, *et al.*, Changes of HSP72-expression in leukocytes are associated with adaptation to exercise under conditions of high environmental temperature. *J Leukoc Biol*, 2001; 69, 747-754.
- Feiner B, Weksler R, Ohel G, *et al.*, The influence of maternal exercise on placental blood flow measured by Simultaneous Multigate Spectral Doppler Imaging (SM-SDI). *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2000; 15, 498-501.
- Ferrara CM, McCrone SH, Brendle D, *et al.*, Metabolic effects of the addition of resistive to aerobic exercise in older men. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 2004; 14, 73-80.

- Fisher EC, Nelson ME, Frontera WR, *et al.*, Bone mineral content and levels of gonadotropins and estrogens in amenorrheic running women. *J Clin Endocrinol Metab*, 1986; 62, 1232-1236.
- Franzoni F, Ghiadoni L, Galetta F, *et al.*, Physical activity, plasma antioxidant capacity, and endothelium-dependent vasodilation in young and older men. *Am J Hypertens*, 2005; 18, 510-516.
- García-López D, Hakkinen K, Cuevas MJ, *et al.*, Effects of strength and endurance training on antioxidant enzyme gene expression and activity in middle-aged untrained men. *Scand J Med Sci Sports*, 2007; 17, 594-604.
- Garshabi A, Faghhi Zadeh S. The effect of exercise on the intensity of low back pain in pregnant women. *Int J Gynaecol Obstet*, 2005; 88, 271-275.
- Gielen S, Adams V, Niebauer J, *et al.*, Aging and heart failure – similar syndromes of exercise intolerance? Implications for exercise-based interventions. *Heart Fail Monit*, 2005; 4, 130-136.
- Goldspink G, Harridge SD. Growth factors and muscle ageing. *Exp Gerontol*, 2004; 39, 1433-1438.
- González-Boto R, Salguero A, Tuero C., *et al.*, La actividad física en ancianos a través de los programas de ejercicio físico. *Rev Española Educ Fis Dep*, 2005; 3, 51-66.
- Gorski J. Exercise during pregnancy: Maternal and fetal responses. A brief review. *Med Sci Sports Exerc*, 1985; 17, 407-416.
- Graves JE, Pollock ML, Foster DN, *et al.*, Effect of training frequency and specificity on isometric lumbar extension strength. *Spine*, 1990; 15, 504-509.
- Gutierrez A. Características fisiológicas del niño ante el ejercicio: Respuestas y adaptaciones. En: Mora J, (coord.). *Teoría del entrenamiento y del acondicionamiento físico*. Andalucía, COPLEF. 1995.
- Gutin B, Barbeau P, Owens S, *et al.*, Effects of exercise intensity on cardiovascular fitness, total body composition, and visceral adiposity of obese adolescents. *Am J Clin Nutr*, 2002; 75, 818-26.
- Gutin B, Islam S, Manos T, *et al.*, Relation of percentage of body fat and maximal aerobic capacity to risk factors for atherosclerosis and diabetes in black and white seven- to eleven-year-old children. *J Pediatr*, 1994; 125, 847-52.
- Hagerman FC, Walsh SJ, Staron RS, *et al.*, Effects of high-intensity resistance training on untrained older men I Strength, Cardiovascular, and Metabolic Responses. *J Gerontol A*, 2000; 55, B336-B346.
- Hall DC, Kaufmann DA. Effects of aerobic and strength conditioning on pregnancy outcomes. *Am J Obstet Gynecol*, 1987; 157, 1199-1203.
- Harris BA. The influence of endurance and resistance exercise on muscle capillarization in the elderly: A review. *Acta Physiol Scand*, 2005; 185, 89-97.
- Hawley JA, Houmard JA. Introduction-preventing insulin resistance through exercise: A cellular approach. *Med Sci Sports Exerc*, 2004; 36, 1187-1190.
- Helbostad JL, Sletvold O, Moe-Nilssen R. Home training with and without additional group training in physically frail old people living at home: Effect on health-related quality of life and ambulation. *Clin Rehabil*, 2004; 18, 498-508.
- Hessemer V, Bruck K. Influence of menstrual cycle on shivering, skin blood flow, and sweating responses measured at night. *J Appl Physiol*, 1985; 59, 1902-1910.
- Hunter GR, McCarthy JP, Bamman MM. Effects of resistance training on older adults. *Sports Med*, 2004; 34, 329-348.
- Hyttén F, Chamberlan G. *Clinical physiology in obstetrics*. Oxford, Blackwell Scientific Publ. 1980.
- Inbar O, Oren A, Scheinowitz M, *et al.*, Normal cardiopulmonary responses during incremental exercise in 20- to 70-year-old men. *Med Sci Sports Exerc*, 1994; 26, 538-546.
- James EJ, Raye JR, Gresham EL, *et al.*, Fetal oxygen consumption, carbon dioxide production, and glucose uptake in a chronic sheep preparation. *Pediatrics*, 1972; 50, 361-371.
- Jarski RW, Trippett DL. The risks and benefits of exercise during pregnancy. *J Fam Pract*, 1990; 30, 185-189.
- Jiménez R, Cuevas MJ, Almar M, *et al.*, Eccentric training impairs NF-kappaB activation and over-expression of inflammation-related genes induced by acute eccentric exercise in the elderly. *Mech Ageing Develop*, 2008; 129, 313-321.
- Jurkowski JE, Jones NL, Toews CJ, *et al.*, Effects of menstrual cycle on blood lactate, O<sub>2</sub> delivery, and performance during exercise. *J Appl Physiol*, 1981; 51, 1493-1499.
- Kadi F, Charifi N, Denis C, *et al.*, The behaviour of satellite cells in response to exercise: What have we learned from human studies? *Pflugers Arch*, 2005; 451, 319-327.
- Karakelides H, Sreekumaran Nair K. Sarcopenia of aging and its metabolic impact. *Curr Top Dev Biol*, 2005; 68, 123-148.
- Kardel KR, Kase T. Training in pregnant women: Effects on fetal development and birth. *Am J Obstet Gynecol*, 1998; 178, 280-286.
- Karege F, Perret G, Bondolfi G, *et al.*, Decreased serum brain-derived neurotrophic factor levels in major depressed patients. *Psychiatry Res*, 2002; 109, 143-148.
- Karlsson MK. Physical activity, skeletal health and fractures in a long term perspective. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, 2004; 4, 12-21.
- Katz VL, McMurray R, Goodwin WE, *et al.*, Nonweightbearing exercise during pregnancy on land and during immersion: A comparative study. *Am J Perinatol*, 1990; 7, 281-284.
- Katz VL. Water exercise in pregnancy. *Semin Perinatol*, 1996; 20, 285-291.
- Kelley GA, Kelley KS. Aerobic exercise and resting blood pressure in older adults: A meta-analytic review of randomized controlled trials. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2001; 56, M298-303.
- Kiraly MA, Kiraly SJ. The effect of exercise on hippocampal integrity: Review of recent research. *Int J Psychiatry Med*, 2005; 35, 75-89.
- Klebanoff MA, Shiono PH, Carey JC. The effect of physical activity during pregnancy on preterm delivery and birth weight. *Am J Obstet Gynecol*, 1990; 163, 1450-1456.
- Knopp RH. Fuel metabolism in pregnancy. *Contemporary obstetrics and gynecology*, 1978; 12, 83-90.
- Kohut ML, Senchina DS. Reversing age-associated immunosenescence via exercise. *Exerc Immunol Rev*, 2004; 10, 6-41.
- Koutedakis Y, Bouziotas C. National physical education curriculum: Motor and cardiovascular health related fitness in Greek adolescents. *Br J Sports Med*, 2003; 37, 311-314.
- Kristiansson P, Svardsudd K, von Schoultz B. Serum relaxin, symphyseal pain, and back pain during pregnancy. *Am J Obstet Gynecol*, 1996; 175, 1342-1347.
- Kulpa PJ, White BM, Visscher R. Aerobic exercise in pregnancy. *Am J Obstet Gynecol*, 1987; 56, 1395-1403.
- Larson L, Lindqvist PG. Low-impact exercise during pregnancy – a study of safety, 2005; 84, 34-38.

- Lee IM, Sesso HD, Oguma Y, *et al.*, Physical activity, body weight, and pancreatic cancer mortality. *Br J Cancer*, 2003; 88, 679-683.
- Leiva M, Casajús JA. *Cineantropometría. Condición física. Estilo de vida de los escolares aragoneses (7 a 12 años)*. Zaragoza, Diputación General de Aragón. 2004.
- Lokey EA, Tran ZV, Wells CL, *et al.*, Effects of physical exercise on pregnancy outcomes: A meta-analytic review. *Med Sci Sports Exerc*, 1991; 23, 1234-1249.
- López Chicharro J, Fernández Vaquero A. *Fisiología del ejercicio*. Madrid, Panamericana. 2006.
- López-Rodó V. Ejercicio físico y embarazo. En: Serra R, Bagur C, (eds.). *Prescripción de ejercicio físico para la salud*. Barcelona, Paidotribo. 2004; pp 409-434.
- Lotgering FK, Gilbert RD, Longo LD. Maternal and fetal responses to exercise during pregnancy. *Physiol Rev*, 1985; 65, 1-36.
- Lotgering FK, Gilbert RD, Longo LD. The interactions of exercise and pregnancy: A review. *Am J Obstet Gynecol*, 1984; 149, 560-568.
- Lotgering FK, Struijk PC, Van Doorn MB, *et al.*, Anaerobic threshold and respiratory compensation in pregnant women. *J Appl Physiol*, 1995; 78, 1772-1777.
- Lotgering FK, Van Doorn MB, Struijk PC, *et al.*, Maximal aerobic exercise in pregnant women: Heart rate, O<sub>2</sub> consumption, CO<sub>2</sub> production, and ventilation. *J Appl Physiol*, 1991; 70, 1016-1023.
- Lucas M, Heiss CJ. Protein needs of older adults engaged in resistance training: A review. *J Aging Phys Act*, 2005; 13, 223-236.
- Mac Dougall JD, Wenger HA, Green HJ. *Evaluación fisiológica del deportista*. Barcelona, Paidotribo. 1995.
- Maganaris CN, Narici MV, Reeves ND. In vivo human tendon mechanical properties: Effect of resistance training in old age. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, 2004; 4, 204-208.
- Magnusson P, Aagaard P. The effect of resistance training combined with timed ingestion of protein on muscle fiber size and muscle strength. *Metabolism*, 2005; 54, 151-156.
- Mahabir S, Leitzmann MF, Pietinen P, *et al.*, Physical activity and renal cell cancer risk in a cohort of male smokers. *Int J Cancer*, 2004; 108, 600-605.
- Mao Y, Pan S, Wen SW, *et al.*, Physical activity and the risk of lung cancer in Canada. *Am J Epidemiol*, 2003; 158, 564-575.
- Marcos Becerro JF. Entrenamiento de la flexibilidad. En: Marcos Becerro JF, (ed.). *Ejercicio, forma física y salud. Fuerza, resistencia y flexibilidad*. Madrid, Eurobook. 1994; pp 242-254.
- Marcos Becerro JF. El envejecimiento del sistema muscular. La función del ejercicio en su prevención y tratamiento. En: Marcos Becerro JF, Galiano D, (eds.). *Ejercicio, salud y longevidad*. Sevilla, Consejería de Turismo y Deportes de la Comunidad de Andalucía. 2004; pp 311-336.
- Marcos Becerro JF. El sedentarismo, el envejecimiento y las enfermedades asociadas. Los efectos del ejercicio para combatirlas. *Arch Med Dep*, 2008; 123, 7-10.
- Marcos Becerro JF, De la Fuente M. Utilidad del entrenamiento general y el de fuerza para mejorar el sistema inmunitario. En: Marcos Becerro JF, (ed.). *Entrenamiento de fuerza para todos*. IWF. 2000a; pp 257-289.
- Marcos Becerro JF, De la Fuente M. El entrenamiento de fuerza en las personas mayores. En: Marcos Becerro JF, (ed.). *Entrenamiento de fuerza para todos*. IWF. 2000b; pp 305-349.
- Marcos Becerro JF, González Gallego J. Utilización de fármacos en el anciano. En: *Ejercicio, salud y longevidad*. Junta de Andalucía, Consejería de Turismo y Deporte. 2004; pp 473-486.
- Marcoux S, Brisson J, Fabia J. The effect of leisure time physical activity on the risk of pre-eclampsia and gestational hypertension. *J Epidemiol Community Health*, 1989; 43, 147-152.
- McArdle WD, Katch F, Katch VL. *Essentials of exercise physiology*. Philadelphia, Lippincott, Williams & Wilkins. 2000.
- McMurray RG, Hackney AC, Katz VL, *et al.*, Pregnancy-induced changes in the maximal physiological responses during swimming. *J Appl Physiol*, 1991; 71, 1454-1459.
- Mesa JLM, Ruiz JR, Gutierrez A, *et al.*, Does the present aerobic fitness in adolescents guarantee cardiovascular health? *Med Sci Sports Exerc*, 2003; 35, S179.
- Molina López Nava A, Molina Ariño A. Estiramientos. En: Molina Ariño A, (ed.). *Iniciación a la medicina deportiva*. Valladolid, Editorial Médica Europea. 1991.
- Moore LG, Hershey DW, Jahnigen D, *et al.*, The incidence of pregnancy-induced hypertension is increased among Colorado residents at high altitude. *Am J Obstet Gynecol*, 1982; 144, 423-429.
- Moreno LA, Mesana MI, Fleta J, *et al.*, Overweight, obesity and body fat composition in Spanish adolescents. The AVENA Study. *Ann Nutr Metab*, 2005; 49, 71-76.
- Morris N, Osborn SB, Wright HP, *et al.*, Effective uterine blood-flow during exercise in normal and pre-eclamptic pregnancies. *Lancet* 2, 1956; 481-484.
- Mullinax KM, Dale E. Some considerations of exercise during pregnancy. *Clin Sports Medicine*, 1986; 5, 559-570.
- Newton RU, Häkkinen K, Häkkinen A, *et al.*, Mixed-methods resistance training increases power and strength of young and older men. *Med Sci Sports Exerc*, 2002; 34, 1367-1375.
- Ohtake PJ, Wolfe LA. Physical conditioning attenuates respiratory responses to steady-state exercise in late gestation. *Med Sci Sports Exerc*, 1998; 30, 17-27.
- Oka RK, De Marco T, Haskell WL, *et al.*, Impact of a home-based walking and resistance training program on quality of life in patients with heart failure. *Am J Cardiol*, 2000; 85, 365-369.
- Ostgaard HC, Andersson GB, Schultz AB, *et al.*, Influence of some biomechanical factors on low-back pain in pregnancy. *Spine*, 1993; 18, 61-65.
- Otman AS, Beksac MS, Bagoze O. The importance of 'lumbar lordosis measurement device' application during pregnancy, and post-partum isometric exercise. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*, 1989; 31, 155-162.
- Paisley TS, Joy EA, Price RJ Jr. Exercise during pregnancy: A practical approach. *Curr Sports Medicine Rep*, 2003; 2, 325-330.
- Parer JT. Fetal heart rate. En: Creasy R, Resnick M, (eds.). *Maternal-fetal medicine: Principles and practice*. Philadelphia, WB Saunders. 1984; pp 285-319.
- Parise G, Brose AN, Tarnopolsky MA. Resistance exercise training decreases oxidative damage to DNA and increases cytochrome oxidase activity in older adults. *Exp Gerontol*, 2005; 40, 173-180.
- Parise G, Phillips SM, Kaczor JJ, *et al.*, Antioxidant enzyme activity is up-regulated after unilateral resistance exercise training in older adults. *Free Radic Biol Med*, 2005; 39, 289-295.
- Pate RR, Pratt M, Blair SN. Physical activity and public health: A recommendation from the Centers for Disease Control and

- Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA*, 1995; 273, 402-407.
- Penedo FJ, Schneiderman N, Dahn JR, *et al.*, Physical activity interventions in the elderly: Cancer and comorbidity. *Cancer Invest*, 2004; 22, 51-67.
- Personne J. *El deporte para el niño*. Barcelona, Inde. 2005.
- Petersen LK, Hvidman L, Uldbjerg N. Normal serum relaxin in women with disabling pelvic pain during pregnancy. *Gynecol Obstet Invest*, 1994; 38, 21-23.
- Pilegaard H, Ordway GA, Saltin B, *et al.*, Transcriptional regulation of gene expression in human skeletal muscle during recovery from exercise. *Am J Physiol*, 2000; 279, E806-E814.
- Pivarnik JM, Perkins CD, Moyerbrailean T. Athletes and pregnancy. *Clin Obstet Gynecol*, 2003; 46, 403-414.
- Pivarnik JM. Cardiovascular responses to aerobic exercise during pregnancy and postpartum. *Semin Perinatol*, 1996; 20, 242-249.
- Pleet H, Graham JM Jr, Smith DW. Central nervous system and facial defects associated with maternal hyperthermia at four to 15 weeks' gestation. *Pediatrics*, 1981; 67, 785-789.
- Ploutz-Snyder LL, Giamis EL, Formikell M, *et al.*, Resistance training reduces susceptibility to eccentric exercise-induced muscle dysfunction in older women. *J Gerontol A*, 2001; 56, B384-B390.
- Power GG, Schröder H, Gilbert RD. Measurement of fetal heat production using differential calorimetry. *J Appl Physiol*, 1984; 57, 917-922.
- Radak Z, Kaneko T, Tahara S, *et al.*, The effect of exercise training on oxidative damage of lipids, proteins, and DNA in rat skeletal muscle: Evidence for beneficial outcomes. *Free Radic Biol Med*, 1999; 27, 69-74.
- Raguso CA, Kyle U, Kossovsky MP, *et al.*, A 3-year longitudinal study on body composition changes in the elderly: Role of physical exercise. *Clin Nutr*, 2006; 25, 573-80.
- Ramsbottom R, Ambler A, Potter J, *et al.*, The effect of 6 months training on leg power, balance and, functional mobility of independently living adults over 70 years old. *J Aging Phys Act*, 2004; 12, 497-510.
- Rhea MR, Alderman BL. A meta-analysis of periodized versus nonperiodized strength and power training programs. *Res Q Exerc Sport*, 2004; 75, 413-422.
- Rowland TW. *Exercise and children's health*. Champaign IL, Human Kinetics. 1990.
- Rowland TW. The pediatrician and exercise prescription. *Pediatr Exerc Sci*, 2003; 15, 229-237.
- Ruiz JR, Martín M, Moreno LA, *et al.*, Physical activity and body composition of Spanish adolescents. The AVENA study. *Ann Nutr Metab*, 2003; 47, 498.
- Sady SP, Carpenter MW, Sady MA, *et al.*, Prediction of  $\dot{V}O_2$  máx during cycle exercise in pregnant women. *J Appl Physiol*, 1988; 65, 657-661.
- Sady SP, Carpenter MW, Thompson PD, *et al.*, Cardiovascular response to cycle exercise during and after pregnancy. *J Appl Physiol*, 1989; 66, 336-341.
- Sady SP, Carpenter MW. Aerobic exercise during pregnancy. Special considerations. *Sports Med*, 1989; 7, 357-375.
- Saftlas AF, Logsdon-Sackett N, Wang W, *et al.*, Work, leisure-time physical activity, and risk of preeclampsia and gestational hypertension. *Am J Epidemiol*, 2004; 160, 758-765.
- Sallis JF, Owen N. *Physical activity & behavioral medicine*. London, Sage Publications. 1999.
- San Juan AF, Fleck SJ, Chamorro-Viña C, *et al.*, Early-phase adaptations to intrahospital training in strength and functional mobility of children with leukemia. *J Strength Cond Res*, 2007; 21, 173-177.
- San Juan AF, Chamorro-Viña C, Moral S, *et al.*, Benefits of intrahospital exercise training after pediatric bone marrow transplantation. *Int J Sports Med*, 2008; 29, 439-436.
- Sancho Castiello M, Abellan García A, Pérez Ortiz L, *et al.*, Las personas mayores en España. Informe 2002. Datos estadísticos estatales, Subdirección General de Planificación, Ordenación y Evaluación. Volumen I, 2002.
- Sanz E, Tuero C, Márquez S. Relación entre la práctica físico-deportiva y los hábitos de vida relacionados con la salud en adolescentes. *Rev Educ Fis*, 2006; 102, 5-10.
- Schulman SP, Fleg JR, Goldberg AP, *et al.*, Continuum of cardiovascular performance across a broad range of fitness levels in healthy older men. *Circulation*, 1996; 94, 359-367.
- Sevick MA, Bradham DD, Muender M, *et al.*, Cost-effectiveness of aerobic and resistance exercise in seniors with knee osteoarthritis. *Med Sci Sports Exerc*, 2000; 32, 1534-1540.
- Seynnes O, Fiatarone Singh MA, Hue O, *et al.*, Physiological and functional responses to low-moderate versus high-intensity progressive resistance training in frail elders. *J Gerontol A*, 2004; 59, 503-509.
- Sorensen TK, Williams MA, Lee IM, *et al.*, Recreational physical activity during pregnancy and risk of preeclampsia. *Hypertension*, 2003; 41, 1273-1280.
- Symons Downs D, Hausenblas HA. Women's exercise beliefs and behaviors during their pregnancy and postpartum. *J Midwifery Womens Health*, 2004; 49, 138-144.
- Takeshima N, Rogers ME, Islam MM, *et al.*, Effect of concurrent aerobic and resistance circuit exercise training on fitness in older adults. *Eur J Appl Physiol*, 2004; 93, 173-182.
- Talbot LA, Morrell CH, Metter EJ, *et al.*, Comparison of cardiorespiratory fitness versus leisure time physical activity as predictors of coronary events in men aged  $\leq$  65 years and  $>$  65 years. *Am J Cardiol*, 2002; 89, 1187-1192.
- Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart-rate revisited. *J Am Coll Cardiol*, 2001; 37: 153-156.
- Thompson AM, Baxter-Jones ADG, *et al.*, Comparison of physical activity in male and female children: Does maturation matter? *Med Sci Sport Exerc*, 2003; 35, 1684-1690.
- Tissandier O, Peres G, Fiet J, *et al.*, Testosterone, dehydroepiandrosterone, insulin-like growth factor 1, and insulin in sedentary and physically trained aged men. *Eur J Appl Physiol*, 2001; 85, 177-184.
- Tokmakidis SP, Zois CE, Volaklis KA, *et al.*, The effects of a combined strength and aerobic exercise program on glucose control and insulin action in women with type 2 diabetes. *Eur J Appl Physiol*, 2004; 92, 437-442.
- Toth MJ, Beckett T, Poehlman ET. Physical activity and the progressive change in body composition with aging: Current evidence and research issues. *Med Sci Sports Exerc*, 1999; 31 Suppl, S590-S596.
- Van Praag H, Shubert T, Zhao C, Gage FH. Exercise enhances learning and hippocampal neurogenesis in aged mice. *J Neurosci*, 2005; 25, 8680-8685.
- Vaynman S, Gomez-Pinilla F. License to run: Exercise impacts functional plasticity in the intact and injured central nervous system by using neurotrophins. *Neurorehabil Neural Repair*, 2005; 19, 283-295.

- Verissimo MT, Aragao A, Sousa A, *et al.*, Physical exercise and thrombotic risk in the elderly. *Rev Port Cardiol*, 2001; 20, 625-639.
- Vicente-Rodriguez G, Ara I, Perez-Gomez J, *et al.*, High femoral bone mineral density accretion in prepuberal football players. *Med Sci Sports Exerc*, 2004; 33, 1789-1795.
- Volpi E, Nazemi R, Fujita S. Muscle tissue changes with aging. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 2004; 7, 405-410.
- Wallace AM, Boyer DB, Dan A, *et al.*, Aerobic exercise, maternal self-esteem, and physical discomforts during pregnancy. *J Nurse Midwifery*, 1986; 31, 255-262.
- Wallace AM, Engstrom JL. The effects of aerobic exercise on the pregnant woman, fetus, and pregnancy outcome. *J Nurse Midwifery*, 1987; 32, 277-290.
- Wang TW, Apgar BS. Exercise during pregnancy. *Am Fam Phys*, 1998; 8, 1846-1852.
- Webb KA, Wolfe LA, McGrath MJ. Effects of acute and chronic maternal exercise on fetal heart rate. *J Appl Physiol*, 1994; 77, 2207-2213.
- Weltman A, Weltman JY, Veldhuis JD, *et al.*, Body composition, physical exercise, growth hormone and obesity. *Eat Weight Disord*, 2001; (6 Supl 3): 28-37.
- Willer A. Reduction of the individual cancer risk by physical exercise. *Onkologie*, 2003; 26, 283-289.
- Wilmore JH, Costill DL. *Physiology of Sport and Exercise*. Champaign IL, Human Kinetics. 2004.
- Wiswell RA, Hawkins SA, Dreyer HC. Maintenance of BMD in older male runners is independent of changes in training volume or  $\dot{V}O_{2peak}$ . *J Gerontol A*, 2002; 57, M203-M208.
- Wolfe LA, Hall P, Webb KA, *et al.*, Prescription of aerobic exercise during pregnancy. *Sports Med*, 1989; 8, 273-301.
- Wolfe LA, Heenan AP, Bonen A. Aerobic conditioning effects on substrate responses during graded cycling in pregnancy. *Can J Physiol Pharmacol*, 2003; 81, 696-703.
- Wolfe LA, Ohtake PJ, Mottola MF, *et al.*, Physiological interactions between pregnancy and aerobic exercise. *Exerc Sport Sci Rev*, 1989; 17, 295-351.
- Worrell TW. Factor associated with hamstring injuries: An approach to treatment and preventive measures. *Sports Med*, 1994; 17, 335-345.
- Young DR, Masaki KH, Curb JD. Associations of physical activity with performance-based and self-reported physical functioning in older men: The Honolulu Heart Program. *J Am Geriatr Soc*, 1995; 43, 845-854.
- Zaharieva E. Olympic participation by women. Effects on pregnancy and childbirth. *JAMA*, 1972; 221, 992-995.
- Zaharieva E. Survey of sportswomen at the Tokyo Olympics. *J Sports Med*, 1965; 5, 215-219.
- Zhang J, Savitz DA. Exercise during pregnancy among US women. *Ann Epidemiol*, 1996; 6, 53-59.

## RECURSOS DE INFORMACIÓN

- Agencia Mundial Antidopaje:  
[www.wada-ama.org](http://www.wada-ama.org)
- Alimentación y Salud. Demo.  
[winyta.ugr.es/aydemo.html](http://winyta.ugr.es/aydemo.html)
- American Alliance for Health, Physical Activity, Education, Recreation, and Dance:  
[www.aahperd.org/index.cfm](http://www.aahperd.org/index.cfm)
- American Cancer Society:  
[www.cancer.org](http://www.cancer.org)
- American Council on Exercise:  
[www.acefitness.org/](http://www.acefitness.org/)
- American Psychological Association:  
[www.apa.org](http://www.apa.org)
- Asociación Americana del Corazón:  
[www.americanheart.org](http://www.americanheart.org)
- Asociación Australiana Por una Vida Activa:  
[www.activeforlife.com.au](http://www.activeforlife.com.au)
- Asociación Castellano-Leonesa de Psicología del Deporte:  
[www3.unileon.es/lab/wlabpre/aclpde](http://www3.unileon.es/lab/wlabpre/aclpde)
- Asociación Española Contra el Cáncer:  
[www.todocancer.com](http://www.todocancer.com)
- Asociación Española de Ciencias del Deporte:  
[www.cienciadeporte.com](http://www.cienciadeporte.com)
- Biblioteca@ Virtua@l de Ciencias de la Salud:  
[www.bucsalud.html](http://www.bucsalud.html)
- Biblioteca Digital de Ciencias de la Salud Dioscóridas:  
[www.cisne.sim.ucm.es](http://www.cisne.sim.ucm.es)
- Biblioteca Digital de la Universidad de Georgia. Hargrett Library:  
[www.libs.uga.edu/hargrett/speccoll.html](http://www.libs.uga.edu/hargrett/speccoll.html)
- Calculadora Online del riesgo coronario:  
[www.riskscore.org.uk](http://www.riskscore.org.uk)
- Centre for Textual Studies Oxford University:  
[users.ox.ac.uk/~ctitext2/](http://users.ox.ac.uk/~ctitext2/)
- Centro nacional para la prevención de enfermedades crónicas y promoción de la salud:  
[www.cdc.gov](http://www.cdc.gov)
- Clinical Informatics Book Reviews:  
[www.informatics-review.com/book\\_reviews/](http://www.informatics-review.com/book_reviews/)
- Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM):  
[www.acsm.org](http://www.acsm.org)
- Comité Olímpico Internacional:  
[www.olympic.org](http://www.olympic.org)
- Consejo Superior de Deportes:  
[www.csd.mec.es/csd](http://www.csd.mec.es/csd)
- Embarazo y Actividad Física:  
[www.phac-aspc.gc.ca/hp-gs/know-savoir/phys\\_e.html](http://www.phac-aspc.gc.ca/hp-gs/know-savoir/phys_e.html)
- ExRx: Fitness Testing:  
[www.exrx.net/Testing.html](http://www.exrx.net/Testing.html)
- European Health Psychology Society:  
[www.ehps.net](http://www.ehps.net)
- FAO (2002). La nueva carga del mundo en desarrollo:  
[www.fao.org/Focus/E/obesity/obes2.htm](http://www.fao.org/Focus/E/obesity/obes2.htm)
- Federación Española de Medicina del Deporte:  
[www.femedede.es](http://www.femedede.es)
- Federación Española de Psicología del Deporte:  
[www.psicologiadeporte.org](http://www.psicologiadeporte.org)
- Fisiología del Ejercicio. Universidad de León:  
[www3.unileon.es/lab/fisiologiadelejercicio/](http://www3.unileon.es/lab/fisiologiadelejercicio/)
- Fondo Antiguo Biblioteca Pública de Toledo:  
[www.sacm.jccm.es](http://www.sacm.jccm.es)
- Fundación Española del Corazón:  
[www.fundaciondelcorazon.com](http://www.fundaciondelcorazon.com)

## 570 *Actividad física y salud*

- Göttinger Digitalisierungszentrum:  
[www.gdz.sub.uni-goettingen.de/de/index.html](http://www.gdz.sub.uni-goettingen.de/de/index.html)
- Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescent:  
[www.helenastudy.com/](http://www.helenastudy.com/)
- International Society of Sports Nutrition:  
[www.sportsnutritionociety.org/site/index.php](http://www.sportsnutritionociety.org/site/index.php)
- Instituto Australiano del Deporte:  
[www.ais.org.au/nutrition/](http://www.ais.org.au/nutrition/)
- Instituto Cooper:  
[www.cooperinst.org/ftgmain.asp](http://www.cooperinst.org/ftgmain.asp)
- Instituto de Biomedicina. Universidad de León:  
[institutobiomedicina.unileon.es](http://institutobiomedicina.unileon.es)
- Instituto de la Mujer:  
[www.mta.es/mujer](http://www.mta.es/mujer)
- Instituto de Mayores y Servicios Sociales (IMSERSO):  
[www.seg-social.es/imserso/](http://www.seg-social.es/imserso/)
- Instituto de la Salud Carlos III:  
[www.isciii.es](http://www.isciii.es)
- Instituto Gatorade de ciencias del deporte:  
[www.gssiweb.com/](http://www.gssiweb.com/)
- Institute of Sports Medicine and Athletic Trauma:  
[www.nismat.org/nutricor/](http://www.nismat.org/nutricor/)
- Lecturas. Educación Física y Deportes:  
[www.efdeportes.com](http://www.efdeportes.com)
- Medline Plus / Cáncer:  
[www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/cancer.html](http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/cancer.html)
- Ministerio de Educación y Ciencias. España:  
[www.mec.es](http://www.mec.es)
- National Academy Press:  
[www.nap.edu/books/0309085373/html/](http://www.nap.edu/books/0309085373/html/)
- National Association for Health and Fitness:  
[www.physicalfitness.org/nehf.html](http://www.physicalfitness.org/nehf.html)
- National Cancer Institute:  
[www.cancer.gov](http://www.cancer.gov)
- National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion:  
[www.cdc.gov/HealthyYouth/index.htm](http://www.cdc.gov/HealthyYouth/index.htm)
- National Institute on Aging:  
[www.nia.nih.gov/](http://www.nia.nih.gov/)
- National Institutes of Health:  
[www.nih.gov](http://www.nih.gov)
- Organización Mundial de la Salud:  
[www.who.int/diabetes/facts/world\\_figures/en/](http://www.who.int/diabetes/facts/world_figures/en/)
- Página sobre alimentación de Eroski:  
[www.consumer.es/web/es/alimentacion/salud\\_y\\_alimentacion/deporte/2001/09/20/35374.php](http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/salud_y_alimentacion/deporte/2001/09/20/35374.php)
- Physical Activity and Health Alliance:  
[www.paha.org.uk/paha/CCC\\_FirstPage.jsp](http://www.paha.org.uk/paha/CCC_FirstPage.jsp)
- Physical Education:  
[www.sprig.org.uk/htfo/htfope.html](http://www.sprig.org.uk/htfo/htfope.html)
- Psicología On-line:  
[www.psicologia-online.com](http://www.psicologia-online.com)
- Psychology Today:  
[www.psychologytoday.com](http://www.psychologytoday.com)
- Red de investigación en ejercicio físico en poblaciones especiales:  
[www.spanishexernet.com/html/index.php](http://www.spanishexernet.com/html/index.php)
- Revista de Psicología del Deporte:  
[www.rpd-online.com/](http://www.rpd-online.com/)
- Sociedad Andaluza de Medicina Familiar y Comunitaria:  
[www.samfyc.es](http://www.samfyc.es)
- Sociedad Española de Cardiología:  
[www.secardiologia.es](http://www.secardiologia.es)
- Sociedad Española de Diabetes:  
[www.sediabetes.org](http://www.sediabetes.org)
- Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición:  
[www.seenweb.org/](http://www.seenweb.org/)
- Sociedad Española de Geriátrica y Gerontología:  
[www.segg.es](http://www.segg.es)
- Sociedad Española de Medicina Familiar y Comunitaria:  
[www.semefyc.es](http://www.semefyc.es)
- Sociedad Española de Nutrición:  
[www.sennutricion.org](http://www.sennutricion.org)
- Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad:  
[www.seedo.es](http://www.seedo.es)
- Sport and the European Union:  
[ec.europa.eu/sport/index\\_en.html](http://ec.europa.eu/sport/index_en.html)
- The Library of Congress United States:  
[www.loc.gov/rr/hispanic/sala/](http://www.loc.gov/rr/hispanic/sala/)
- Universidad de Vermont. Departamento de Nutrición y Ciencias de la Alimentación:  
[nutrition.uvm.edu/nfs/htm/interactive\\_learning/](http://nutrition.uvm.edu/nfs/htm/interactive_learning/)
- V-Lab, Athropometry:  
[www.hbs.deakin.edu.au/hmvt/v-lab/anthro\\_proc\\_frames.htm](http://www.hbs.deakin.edu.au/hmvt/v-lab/anthro_proc_frames.htm)
- Worksite Wellness:  
[lifework.arizona.edu/wsw/](http://lifework.arizona.edu/wsw/)
- Yale University:  
[www.med.yale.edu/library](http://www.med.yale.edu/library)



# Glosario

---

**Acelerómetro:** Sensor de movimiento portátil.

**Acetil coenzima A:** Precursor de los ácidos grasos y de los cuerpos cetónicos.

**Acido ascórbico:** Vitamina C.

**Acido láctico:** Producto del metabolismo anaeróbico en la fibra muscular.

**Ácidos grasos monoinsaturados:** Ácidos grasos con un doble enlace entre átomos de carbono.

**Ácidos grasos omega-3:** Ácidos grasos poliinsaturados que se encuentran en aceites de pescado y se metabolizan en el cuerpo a eicosanoides.

**Ácidos grasos poliinsaturados:** Ácidos grasos con más de un doble enlace entre átomos de carbono.

**Ácidos grasos saturados:** Ácidos grasos con enlaces simples entre átomos de carbono.

**Ácidos grasos:** Lípidos que constituyen una importante fuente de energía para el organismo.

**Acidosis:** Estado metabólico con un pH por debajo de la normalidad.

**ACMS:** American College of Sports Medicine.

**ACTH:** Hormona hipofisaria que estimula la producción suprarrenal de corticoesteroides.

**Actina:** Proteína contráctil del músculo.

**Activación:** Aspecto de la intensidad de la conducta que varía en un continuo desde los estados de calma o sueño profundo hasta los de máxima alerta o excitación.

**Actividad física:** Se refiere a la energía utilizada para el movimiento; se trata, por tanto, de un gasto de energía adicional al que necesita el organismo para mantener las funciones vitales.

**Adaptaciones:** Ajustes, acomodaciones del organismo.

**Adenosintrifosfato (ATP):** Molécula que almacena energía en la célula.

**ADN mitocondrial:** Ácido desoxirribonucleico de los genes mitocondriales, actúa como código genético en la síntesis de las proteínas.

**Aeróbico:** En presencia de oxígeno.

**Afrontamiento o coping:** Proceso psicológico que se pone en marcha cuando el entorno se manifiesta amenazante.

**Agente carcinógeno:** Tanto físico, químico como biológico es aquél que puede actuar sobre los tejidos vivos de tal forma que produce cáncer.

**Albumina:** Proteína de la sangre que contribuye al mantenimiento del equilibrio entre los líquidos intra y extracelulares y al transporte de diversas sustancias.

**Alcalosis:** Estado metabólico con un pH por encima de la normalidad.

**Aldosterona:** Hormona de la corteza suprarrenal que aumenta la reabsorción renal de agua y de sodio.

**Alelo:** Cada una de las formas alternativas de un gen.

**Almidón:** Polímero de glucosa que constituye la principal reserva alimenticia de las plantas.

**AMA/WADA:** Agencia Mundial Antidopaje.

**Amilasa:** Enzima digestiva del jugo pancreático.

**Aminoácidos:** Compuestos químicos que constituyen las proteínas.

**Aminoácidos esenciales:** Aminoácidos que se pueden sintetizar en el cuerpo.

**Aminoácidos no esenciales:** Aminoácidos que se deben aportar en la dieta.

**Amoniaco:** Sustancia generada a partir del AMP producido en el ejercicio intenso.

**Anabolismo:** Reacciones metabólicas de síntesis.

**Anabolizantes:** Ver esteroides anabólicos androgénicos.

**Anaeróbico:** En ausencia de oxígeno.

**Analgésicos narcóticos:** Fármacos que anulan la sensibilidad al dolor y producen sueño.

**Anamnesis:** Recogida sistemática de datos a través de un interrogatorio sistematizado.

**Anemia ferropénica:** Trastorno sanguíneo producido por un déficit de hierro.

**Anemia perniciosa:** Anemia causada por un déficit de factor intrínseco y una absorción anormal de vitamina B<sub>12</sub>.

**Anfetamina:** Sustancia estimulante del sistema nervioso, farmacológicamente similar a las catecolaminas.

**Anorexia:** Disminución del apetito.

**Anorexia nerviosa:** Alteración del comportamiento alimentario con deseo de imagen corporal de extrema delgadez.

**Ansiedad:** Estado especial de agitación y tensión con reacciones somáticas y psíquicas especiales por anticipación, recuerdo o experimentación actual de situaciones de inseguridad o amenaza.

**Ansiedad estado:** Situación transitoria de ansiedad caracterizada por una especificidad situacional.

**Ansiedad rasgo:** Disposición general a percibir un amplio rango de situaciones con amenaza y reaccionar con respuesta de ansiedad.

**Anticuerpos:** Proteínas formadas por los linfocitos en respuesta a ciertos estímulos (antígenos) que pueden alterar la salud del organismo.

**Antioxidante:** Sustancia que contrarresta el estrés oxidativo originado por los radicales libres.

**Antropometría:** Tratado de las proporciones y medidas del cuerpo humano. Rama de la ciencia que se

ocupa de las mediciones comparativas del cuerpo humano, sus diferentes partes y sus proporciones.

**Aplasia medular:** Desaparición de las células encargadas en la médula ósea de la producción de la sangre. Como consecuencia aparecerá una disminución de los hematíes (glóbulos rojos), de los leucocitos (glóbulos blancos) y de las plaquetas en la sangre periférica.

**Apoptosis:** Proceso controlado genéticamente por el cual la célula mediante determinados estímulos induce su propia muerte.

**Arginina:** Aminoácido.

**ARN mensajero:** Ácido ribonucleico. Interviene en la síntesis de las proteínas transmitiendo la información genética contenida en el ADN del núcleo celular.

**Ataxia:** Deterioro en la coordinación en los movimientos musculares.

**Aterogénico:** Dotado de capacidad para originar ateromas.

**Aterosclerosis:** Depósito dentro de la pared vascular de sustancias grasas, colesterol, productos de desecho de las células, calcio y fibrina, que suele desarrollarse en las grandes o medianas arterias.

**Atribución:** Modo en que las personas interpretan sus conductas y las de las demás personas de su entorno.

**Autoconcepto:** Conocimiento que la gente tiene de sí mismo. Incluye percepciones sobre su funcionamiento intelectual, social, emocional y físico.

**Autoconfianza:** Convicción que se tiene para poder llevar a cabo las habilidades necesarias (tanto físicas como mentales) para ejecutar con éxito una conducta que produzca un determinado resultado.

**Autoeficacia:** Creencia de que uno es capaz de ejecutar con éxito un determinado comportamiento requerido para obtener unos resultados.

**Autoestima:** Apreciación positiva o negativa que los sujetos tienen de sí mismos.

**Balance energético:** Relación entre el aporte y el gasto energético.

**Barrera hematoencefálica:** Estructuras que limitan el paso de sustancias desde la sangre al sistema nervioso central.

**Beta-agonistas:** Fármacos que se unen con beta receptores realizando una acción similar a las catecolaminas.

- Beta-bloqueantes:** Fármacos que se unen con beta receptores evitando la acción de la adrenalina y noradrenalina, contrarrestando los efectos periféricos cardiovascular y metabólicos.
- Bicarbonato sódico:** Base con capacidad tamponante del exceso de hidrogeniones.
- Bicicleta ergométrica/Cicloergómetro:** Bicicleta adaptada para realizar pruebas ergométricas.
- Bienestar subjetivo:** Estado en el que se produce un equilibrio entre la dimensión física, psíquica y social del individuo.
- Biodisponibilidad:** Capacidad de ser absorbido.
- Bradycardia:** Disminución de la frecuencia cardiaca por debajo de 60 latidos por minuto. Puede asociarse a trastornos en la conducción, al efecto de algunos fármacos o a causas fisiológicas (bradicardia del deportista).
- Bulimia:** Alteración del comportamiento alimentario con ingesta voraz.
- Burnout:** Serie de trastornos causados por el estrés en el deportista, identificado por algunos autores con el agotamiento.
- Cafeína:** Componente del café con propiedades ergogénicas.
- Calcio:** Micronutriente fundamental para la mineralización ósea y para diversos procesos reguladores.
- Calcitonina:** Hormona hipocalcemiante.
- Calidad de vida:** Bienestar, felicidad y satisfacción de un individuo, que le otorga a éste cierta capacidad de actuación, funcionamiento y/o sensación positiva de su vida.
- Caloría:** Unidad de medida de calor, del trabajo o de la energía.
- Caltrac:** Tipo de acelerómetro.
- Carbohidratos/Hidratos de carbono:** Macronutrientes de la dieta formados por carbono y oxígeno. También se les llama azúcares.
- Carcinogénesis:** Proceso por el cual se origina el cáncer.
- Carcinoma:** Cáncer que se desarrolla en el tejido que cubre interna o externamente partes del cuerpo. Ejemplo: seno, pulmón, colon, vejiga y próstata.
- Carnitina:** Molécula que facilita el transporte de ácidos grasos de cadena larga al interior de la membrana mitocondrial para su posterior beta-oxidación.
- Carotinoides:** Pigmentos que se encuentran en los alimentos vegetales. Algunos son precursores de la vitamina A.
- Catabolismo:** Reacciones metabólicas de degradación.
- Catalizar:** Alterar la velocidad de una reacción química por la acción de un determinado agente.
- Catecolaminas:** Aminas aromáticas como la adrenalina y la dopamina. Actúan como hormonas y se producen en la médula de las cápsulas adrenales.
- Célula de carga:** Dispositivo en cuyo interior se encuentra una pieza elástica de forma variable, generalmente metálica, sobre la que se transmite la fuerza aplicada.
- Células asesinas naturales:** Células del sistema inmunitario, entre cuyas funciones destaca la defensa contra las células cancerosas.
- Cianocobalamina:** Vitamina B<sub>12</sub>.
- Cicloergómetro/Bicicleta ergométrica:** Bicicleta adaptada para realizar pruebas ergométricas.
- Ciclotimia:** Depresión suave alternante con hipomanía.
- Cinta rodante/Tapiz rodante:** Dispositivo para la realización de pruebas ergométricas.
- Citoquinas:** Cuerpos químicos producidos por muchas células de la sangre como los linfocitos T y los monocitos. Entre las citoquinas se hallan las interleuquinas.
- Citrato sódico:** Base con capacidad tamponante del exceso de hidrogeniones.
- Cloasma:** O melasma, se incluye dentro de las afecciones llamadas discromías, que se manifiestan con irregularidades en el color de la piel.
- Cocaína:** Estimulante del sistema nervioso central con acciones similares a las de las anfetaminas.
- Cociente respiratorio:** Relación entre consumo de oxígeno y producción de dióxido de carbono.
- Coenzima:** Sustancia termoestable que se une a una enzima para que ésta pueda ejercer su función.
- COI:** Comité Olímpico Internacional.
- Colágeno:** Proteína que se encuentra en tendones, ligamentos y matriz ósea.
- Colesterol:** Esteroide más abundante del reino animal. Componente mayoritario de las membranas celulares.
- Colina:** Amina constituyente de los fosfolípidos de alimentos de origen vegetal y animal.

**Comorbilidad:** Asociación entre dos o más afecciones patológicas en el mismo individuo

**Consumo máximo de oxígeno:** La mayor cantidad de oxígeno que el sistema cardiovascular puede transportar de los pulmones a los músculos en movimiento.

**Creatina:** Sustrato energético del músculo que permite la resíntesis del ATP.

**Creatinina:** Producto del metabolismo muscular.

**Crecimiento:** Aumento en número y tamaño de las células. Es un fenómeno anatómico de hipertrofia, hiperplasia e incremento de material intracelular, que habitualmente se comprueba en el hábito externo por el incremento de la talla.

**CRF:** Factor liberador de corticotrofina. Producido por el hipotálamo.

**Cribado o *screening*:** Aplicación de una encuesta o prueba diagnóstica sencilla, a un individuo o población, en busca de una anomalía desconocida para la persona, en un estadio temprano de la enfermedad.

**Cuestionarios de recuerdo de las actividades físicas:** Cuestionarios con los que se puede obtener información sobre la actividad física realizada por los sujetos en un periodo comprendido entre uno y siete días.

**Dehidroepiandrosterona:** Esteroide que se produce en las cápsulas suprarrenales. Su disminución en los mayores hace que el envejecimiento pueda ser equiparado, por algunos, a un síndrome de deficiencia en DEA.

**Densidad mineral ósea:** Cantidad relativa de mineral en su relación con una determinada área o volumen de hueso.

**Deporte:** Ejercicio físico que se realiza como competición y que se rige por una reglamentación establecida.

**Depresión:** Estado permanente de decaimiento, que se profundiza e interfiere la capacidad de vivir de modo normal.

**Desarrollo:** Diferenciación progresiva de órganos y tejidos, con adquisición y perfeccionamiento de sus funciones.

**Detención del pensamiento:** Técnica basada en la utilización de una respuesta “de choque” para interrumpir o parar el pensamiento no deseado.

**Diabetes gestacional:** Ocurre al final del embarazo como resultado de la acción de la insulina y las

hormonas placentarias, que desarrollan una resistencia a ésta y generan macrosomias en el feto.

**Diabetes mellitus:** Trastorno del metabolismo derivado de una falta de secreción de insulina.

**Diario:** Registro periódico de las actividades realizadas por el propio individuo.

**Dinamómetro:** Instrumento que sirve para medir fuerzas. Normalmente, un dinamómetro basa su funcionamiento en un resorte que sigue la Ley de Hooke, siendo las deformaciones proporcionales a la fuerza aplicada.

**Dislipemia:** Alteración de los niveles de los lípidos en la sangre.

**Dislipoproteinemias:** Alteración de los niveles de las lipoproteínas en la sangre.

**Disomnias:** Trastornos del inicio y mantenimiento del sueño, o de somnolencia excesiva, y que se caracterizan por una alteración de la cantidad, calidad y horario del sueño.

**Diuresis:** Excreción urinaria.

**Diurético:** Fármaco que disminuye la reabsorción de agua por el riñón e incrementa la producción de orina.

**Dizziness:** Desorden del equilibrio que se caracteriza por la presencia de vértigos y mareos.

**Dopaje:** Sustancia o método prohibido para el incremento del rendimiento.

**Dopaje genético:** Uso de genes, elementos genéticos y/o células, sin un fin terapéutico, que tengan la capacidad de promover el rendimiento atlético.

**Dopaje sanguíneo:** Cualquier método por el que el volumen total de glóbulos rojos de la sangre se incrementa, principalmente mediante la transfusión de glóbulos rojos.

**Ejercicio:** Movimientos diseñados y planificados específicamente para estar en forma y gozar de buena salud.

**Ejercicio aeróbico:** Ejercicio que utiliza fundamentalmente el sistema oxidativo para la obtención de energía.

**Electrolito:** Elemento o compuesto que forma iones cuando se sitúa en agua.

**Endógeno:** Sustancia que se puede producir fisiológicamente en el organismo.

**Enmascarante:** Sustancias que impiden o enmascaran la excreción de fármacos en la orina.

**Enterocito:** Célula de la pared intestinal.

- Entrenamiento autógeno:** Serie de ejercicios relacionados con el manejo de la atención interna dirigidos al control de funciones del sistema vegetativo.
- Entrenamiento en imaginación:** Técnica que implica la utilización de todos los sentidos (la vista, el oído, el olfato, el gusto y el tacto) con el objetivo de recrear una experiencia mental.
- Entrenamiento en relajación muscular progresiva:** Tensión y relajación sistemática de varios grupos de músculos, y atención y discriminación de las sensaciones resultantes de la tensión y la relajación.
- Ergogénica:** Manipulación que aumenta el rendimiento.
- Ergolítica:** Manipulación que reduce el rendimiento.
- Ergometría:** Método para la valoración de parámetros funcionales en el ejercicio.
- Ergómetro:** Instrumento que permite cuantificar y dosificar las cargas físicas de trabajo.
- Eritrocito = Hematíe:** Célula roja de la sangre.
- Eritropoyetina:** Hormona segregada por el riñón que estimula la formación de los eritrocitos.
- Escala de Borg:** Escala numérica que informa de la intensidad de esfuerzo percibido (RPE).
- Esplenocitos:** Células componentes del bazo.
- Estado proinflamatorio:** Situación en la que por diferentes posibles causas existe una elevación desmedida en la sangre de los mediadores del proceso inflamatorio.
- Estado protrombótico:** Situación en la que por diferentes posibles causas existe una predisposición a que se generen coágulos en el interior de los vasos sanguíneos.
- Esteroides anabólico-androgénicos:** Fármacos con características anabólicas y androgénicas de la testosterona.
- Estilo de vida:** Conjunto de pautas y hábitos comportamentales cotidianos de una persona, vinculados a los hábitos de salud, incluyendo tanto aquellos comportamientos que implican un riesgo como aquellos que son promotores de la salud. Conjunto de patrones de conducta que caracterizan la manera general de vivir de un individuo o grupo.
- Estimulantes:** Fármacos que potencian la acción del sistema nervioso simpático. Presentan acción similar a las catecolaminas.
- Estrés oxidativo:** Alteraciones producidas en lípidos, proteínas y ADN por los radicales libres.
- Estrés:** Se produce por un desequilibrio entre situaciones amenazantes y los recursos para enfrentarse a ellas.
- Estudio de cohorte:** Estudio longitudinal prospectivo, en el que los individuos que componen los grupos de estudio se seleccionan en función de la presencia de una determinada característica o exposición.
- Estudio longitudinal:** Realizado a lo largo del tiempo.
- Estudio necrópsico:** Examen minucioso y sistemático de los órganos del cadáver para determinar las causas de la muerte.
- Estudio prospectivo:** Estudio longitudinal que se diseña y comienza a realizarse en el presente, pero los datos se analizan transcurrido un determinado tiempo, en el futuro.
- Estudio retrospectivo:** Estudio longitudinal que se analiza en el presente, pero con datos del pasado.
- Estudio transversal:** Estudio que se realiza con los datos obtenidos en un momento puntual.
- Etiología:** Causas de una enfermedad.
- Exógeno:** Sustancia que no se puede producir fisiológicamente en el organismo.
- Factor de riesgo:** Característica biológica que es un predictor estadístico de incremento de la probabilidad de padecer o morir de alguna enfermedad, precediendo a la enfermedad en el tiempo.
- Fatiga:** Mecanismo defensivo que tiene como objeto el prevenir la aparición de lesiones celulares irreversibles.
- Fenoles:** Compuestos químicos constituidos por grupos hidroxilos (OH) aromáticos.
- Ferritina:** Proteína con hierro cuyo nivel en sangre nos indica sus reservas hepáticas.
- Fiabilidad:** Medida del grado de consistencia o repetibilidad de un test.
- Fibra:** Constituyente de las paredes celulares vegetales.
- Forma física:** Serie de atributos condicionales como la fuerza o la resistencia que determinan la capacidad para realizar actividad física.
- Fosfolípidos:** Tipos de lípidos que forman parte de membranas y estructuras celulares.
- Fructosa:** Hidrato de carbono simple que se metaboliza en el hígado.
- Gasto cardiaco:** Volumen sistólico x frecuencia cardiaca.

**Gasto energético:** Cantidad de energía que el sujeto produce y después utiliza.

**Genotipo:** Información de las características hereditarias de un individuo contenida en los genes.

**Ginseng:** Extractos de raíces de la planta del mismo nombre con propiedades potencialmente ergogénicas.

**Glicerol:** Constituyente de los triglicéridos.

**Glucagón:** Hormona del páncreas que aumenta los niveles de glucosa en sangre.

**Glucemia:** Contenido de glucosa en la sangre.

**Glucógeno:** Compuesto formado por unidades de glucosa ramificadas. Almacén eficaz de energía.

**Glucogenogénesis:** Biosíntesis de glucógeno.

**Glucogenolisis:** Degradación del glucógeno.

**Gluconeogénesis:** Formación de glucosa a partir de otros compuestos.

**Glucosa:** Monosacárido que constituye una de las principales fuentes de energía del organismo.

**Glucosuria:** Niveles elevados de glucosa en orina.

**Gonadotropinas:** Hormonas producidas en la hipófisis y que actúan sobre las gónadas tanto masculinas como femeninas.

**Goniómetro:** Instrumento que sirve para medir y trazar ángulos. Está formado por dos brazos articulados que se unen en el centro de un semicírculo graduado.

**Grasa monoinsaturada:** La que se encuentra esterificada con ácidos grasos que tienen un doble enlace.

**Grasa poliinsaturada:** La que se encuentra esterificada con ácidos grasos con dos o más dobles enlaces.

**Grasa saturada:** La que se encuentra esterificada con ácidos grasos saturados.

**HDL colesterol:** Acrónimo formado con las iniciales en inglés de las lipoproteínas de alta densidad que juegan un papel fundamental en el transporte sanguíneo del colesterol.

**Hematíe = Eritrocito:** Célula roja de la sangre.

**Hematocrito:** Cantidad o proporción de los elementos formes de la sangre y el plasma.

**Hematopoyesis:** Formación de las células sanguíneas.

**Hemo:** Complejo que contiene hierro en la molécula de hemoglobina.

**Hemoglobina:** Proteína de los eritrocitos transportadora de hierro.

**Hemolisis:** Degradación de los glóbulos rojos.

**Hidratos de carbono = Carbohidratos:** Componentes esenciales de la dieta formados por carbono y oxígeno. También se les llama azúcares.

**Hidrólisis:** Reacciones químicas que consisten en la adición de agua a una sustancia compleja con la subsiguiente descomposición de ésta en otras más sencillas.

**Hidrolizar:** Romper un cuerpo químico por la acción del agua.

**Hierro:** Micronutriente clave para el aporte de oxígeno a las células.

**Hierro férrico:** Forma trivalente del hierro, de presentación natural en alimentos, que no puede absorberse.

**Hierro ferroso:** Forma divalente del hierro; forma en la cual se absorbe el hierro.

**Hierro hemo:** Hierro complejo en la molécula de hemoglobina; se halla en los tejidos animales.

**Hierro no hemo:** Hierro hallado en los alimentos vegetales y en los tejidos animales fuera de la molécula de hemoglobina o mioglobina.

**Hipematremia:** Nivel anormalmente elevado de sodio en la sangre.

**Hiperglucemia:** Nivel de glucosa en sangre anormalmente elevado.

**Hiperlipidemia:** Exceso de lípidos o sustancias grasas, incluyendo lipoproteínas y fosfolípidos, en el plasma.

**Hipoalbuminemia:** Nivel de albúmina en sangre anormalmente bajo.

**Hipocalcemia:** Nivel anormalmente bajo de calcio en la sangre.

**Hipocrómico:** Con menos color del normal; utilizado para describir un eritrocito con un contenido en hemoglobina inferior a lo normal.

**Hipoglucemia:** Disminución de la concentración de glucosa en sangre inferior al límite normal. Se caracteriza por sudoración, taquicardia y alteraciones de la conciencia. Debe ser rápidamente corregida.

**Hiponatremia:** Disminución del contenido de sodio en sangre.

**Hiponutrición:** Cuadro caracterizado por un nivel insuficiente de kilocalorías y/o proteínas, vitaminas y minerales.

- Hipoproteinemia:** Nivel anormalmente bajo de proteínas en la sangre.
- Hipovolemia:** Disminución del volumen plasmático con relación al normal.
- Hipoxia:** Falta de oxígeno en cantidad suficiente para los tejidos.
- Homeostasis:** Tendencia al equilibrio o estabilidad orgánica en la conservación de las constantes fisiológicas.
- Hormona:** Sustancia química producida en un órgano que, transportada por la circulación sanguínea y otros líquidos, produce efectos específicos sobre otros órganos.
- Hormona del crecimiento:** Hormona producida por el eje hipotálamo-hipofisario con propiedades anabolizantes.
- IGF-1:** Factor de crecimiento de tipo insulina. Sustancia anabolizante sintetizada en el hígado por acción de la hormona de crecimiento.
- Imagen corporal:** Representación interna, mental o autoesquema de la apariencia física de una persona.
- Índice glucémico:** Índice que ofrece una estimación de la magnitud del incremento de glucosa sanguínea que tiene lugar tras la ingestión de un alimento que contenga hidratos de carbono.
- Infarto de miocardio:** Destrucción localizada y rápida (necrosis) de un tejido u órgano, provocada por la falta de oxígeno causada por la interrupción del suministro de sangre.
- Inmunogénesis:** Proceso capaz de inducir una respuesta del sistema inmunitario del organismo contra los agentes extraños como los alérgenos.
- Inmunoglobulinas:** Grupos de anticuerpos que defienden contra los microorganismos o las toxinas ambientales.
- Inmunológica (respuesta):** Capacidad del organismo de responder frente a un agente extraño.
- Inmunosenescencia:** Envejecimiento del sistema inmunitario.
- Inmunosupresión:** Suspensión o modificación artificial de la respuesta inmunológica consecutiva a la administración de determinados fármacos (inmunosupresores).
- Insulina:** Hormona hipoglucemiante producida en el páncreas.
- Interleuquinas:** Cuerpos químicos producidos por una gran variedad de células entre las que se encuentran los linfocitos T y los monolitos.
- Intravascular:** Fenómeno que se produce en el interior de un vaso sanguíneo.
- Isquemia:** Déficit de irrigación de un territorio.
- Lactosa:** Disacárido de la leche integrado por glucosa y galactosa.
- Lecitina:** Tipo de fosfolípido.
- Leucemias:** Se generan en células inmaduras de la sangre (que se generan en la médula ósea) y que se acumulan en el torrente sanguíneo.
- Leucocitosis:** Incremento en el número de glóbulos blancos en sangre periférica.
- Leucopenia:** Disminución del número de glóbulos blancos en la sangre.
- Linfoma:** Cáncer que se desarrolla en los ganglios linfáticos.
- Lipasa:** Enzima que descompone los triglicéridos en ácidos grasos y glicerol.
- Lipólisis:** Degradación de los lípidos.
- Lipoproteína:** Complejo formado por lípido y proteína. Forma de transporte de los lípidos en el organismo.
- Macrófagos:** Células de la sangre dotadas de capacidad fagocitaria. Captan, almacenan y destruyen a las células alteradas y a las bacterias.
- Macronutriente:** Nutrientes que forman parte de la dieta en una proporción grande.
- Maduración:** Nivel de desarrollo alcanzado en un momento dado. Se puede valorar a través del estudio de la maduración ósea, sexual, dental o morfológica.
- Masas tumorales:** Aglomeración de células anormales que pueden ser benignas o malignas.
- Medicamentos hipotensores:** Medicamentos que tienen la capacidad de producir una disminución de la presión arterial y que se emplea habitualmente en las personas hipertensas.
- Menopausia:** Cese de la función ovárica puesta de manifiesto en las mujeres por la ausencia de la menstruación.
- MET:** Igual al número de calorías que un cuerpo consume mientras está en reposo.
- Metabolismo aeróbico:** Aquél cuyas reacciones se realizan en presencia de oxígeno.

**Metabolismo anaeróbico:** Aquél cuyas reacciones se realizan en ausencia de oxígeno.

**Metabolismo basal:** Cantidad de energía necesaria para mantener los procesos corporales esenciales cuando un individuo está despierto, en reposo y en ayunas.

**Metabolito:** Cualquier sustancia producida por el metabolismo.

**Micronutrientes:** Sustancias requeridas en pequeñas cantidades por el organismo (vitaminas y minerales) que no aportan energía.

**Miocardiopatía hipertrófica:** Enfermedad con frecuencia familiar, que consiste en la hipertrofia desmedida del músculo cardíaco que puede conducir a arritmias malignas u obstrucción súbita de la salida de sangre durante la contracción ventricular.

**Miocitos:** Células musculares.

**Mioglobina:** Molécula de hierro y proteínas en el músculo que almacena oxígeno.

**Mitocondrias:** Orgánulos celulares destinados a la producción de la energía.

**Modelado:** Técnica utilizada para el aprendizaje o eliminación de una conducta a través de la observación de un modelo que ejecuta (o no ejecuta) tal conducta.

**Morbilidad:** Estado o condición de enfermedad.

**Motivación de logro:** Orientación hacia el esfuerzo por tener éxito en una tarea determinada.

**Motivación:** Aquello que determina el origen, dirección y persistencia de la conducta.

**Motoneurona:** Neurona motora.

**Muerte súbita:** Aquella muerte que tiene lugar sin una situación clínica patológica que hiciera previsible un desenlace fatal previsiblemente inminente.

**Narcolepsia:** Aparición recurrente e irresistible de sueño reparador, cataplejía e intrusiones recurrentes de elementos característicos de la fase REM en el periodo de la transición entre sueño y vigilia.

**Nutricéticos:** Suplementos nutricionales con propiedades ergogénicas.

**Nutriente esencial:** Nutriente que no podemos biosintetizar y que es necesario ingerir con los alimentos.

**Oligoelementos:** Minerales presentes en el organismo en cantidades muy pequeñas.

**Oral:** Consumido por boca.

**Osteoblasto:** Célula formadora del hueso.

**Osteoclasto:** Célula que reabsorbe el hueso.

**Osteoide:** Matriz orgánica del hueso.

**Osteoporosis:** Enfermedad caracterizada por una disminución de la masa ósea.

**Oxidación:** Acción del oxígeno sobre un cuerpo u organismo.

**Pancitopenia:** Disminución de la producción de eritrocitos, granulocitos y plaquetas.

**Parasomnias:** Trastornos del sueño caracterizados por comportamiento o fenómenos fisiológicos anormales, que tienen lugar coincidiendo con el sueño, con alguna de sus fases específicas o con las transiciones sueño-vigilia.

**Paratohormona:** Hormona hipercalcemiente.

**Patogenia:** Formación y evolución de la enfermedad.

**Patológico:** Lo relacionado con los procesos morbosos que afectan al organismo.

**Péptido:** Secuencia de aminoácidos.

**Periodos críticos:** Máxima capacidad de crecimiento de un tejido, que no es simultáneo para todos los tejidos. Cada tejido (neural, linfoide, genital, etc.) tiene un ritmo diferente de crecimiento.

**Placebo:** Sustancia carente de efectos sobre el organismo.

**Plasticidad:** Capacidad de transformación o deformación.

**Polimorfismo genético:** Existencia de dos o más genotipos diferentes en una determinada población.

**Polisomnografía:** Grabación electrofisiológica de electroencefalograma, electrooculograma y electromiograma.

**Preeclampsia:** Desorden relacionado con la hipertensión, que ocurre en un 3 a 7% en los embarazos.

**Prevalencia:** Número de personas que sufren una enfermedad con respecto al total de la población en estudio.

**Proteínas:** Macronutrientes nitrogenados de la dieta formados por aminoácidos.

**Quilomicron:** Glóbulo de grasa emulsionada presente en la sangre durante la digestión de la misma.

**Radical libre:** Compuesto inestable de alta energía que tiende a reaccionar con otros compuestos, en

especial los ácidos grasos monoinsaturados, proteínas y ácidos nucleicos.

**Reestructuración cognitiva:** Técnica utilizada para la modificación de pensamientos disfuncionales.

**REM:** Sueño de movimientos oculares rápidos, conocido también como sueño paradójico, desincronizado o D.

**Riboflavina:** Vitamina B<sub>2</sub>.

**Riesgo:** Eventualidad de que ocurra un hecho capaz de producir algún daño.

**Salud:** Estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades.

**Sarcoma:** Cáncer que se desarrolla en los tejidos que sostienen al cuerpo, como huesos, músculos y tejido conectivo que rodea los órganos.

**Sedentarismo:** Actitud de la persona que lleva una vida sedentaria.

**Sentido de coherencia:** Capacidad que tiene la persona para percibir el significado del mundo que le rodea, así como para advertir la correspondencia entre sus acciones y los efectos que éstas tienen sobre su entorno.

**Serotonina:** Neurotransmisor del sistema nervioso central.

**Sinapsis:** Zonas de contacto entre dos neuronas.

**Sincitio:** Masa citoplasmática multinucleada originada por la fusión de varias células.

**Síndrome:** Conjunto de signos y síntomas que existen en un tiempo y que definen un estado de enfermedad determinado.

**Síndrome metabólico:** Asociación de problemas de salud causados por la combinación de factores genéticos y factores asociados al estilo de vida, especialmente la sobrealimentación y la ausencia de actividad física.

**Sinergia:** Acción de dos o más causas cuyo efecto es superior a la suma de los efectos individuales.

**Síntomas:** Manifestaciones comunicadas por el paciente, como fatiga o dolor de cabeza.

**Sobentrenamiento:** Resultado del aumento del volumen de trabajo por encima del equilibrio óptimo entre la mejora del rendimiento y las consecuencias negativas para alcanzar el éxito deportivo. Desequilibrio entre el entrenamiento y la recuperación.

**Sobentrenamiento a corto plazo:** Estado inducido a través de un periodo de tiempo en el que se desa-

rollan intensas fases de trabajo (alrededor de dos semanas), con aplicaciones de carga concentradas y con pocas unidades temporales de descanso.

**Sobentrenamiento a largo plazo:** Se produce por el mantenimiento durante periodos prolongados de la situación de desequilibrio que dio origen al sobentrenamiento a corto plazo.

**Sonambulismo:** Tipo de parasomnias que se caracteriza por la aparición repetida de comportamientos motores complejos que se inician durante el sueño e implican que la persona se levante de la cama y empiece a andar.

**Sueño:** Estado reversible de inconsciencia caracterizado por una escasa movilidad y una reducción de las respuestas externas a estímulos.

**Tapiz rodante = Cinta rodante:** Dispositivo para la realización de pruebas ergométricas.

**Taquicardia:** Aumento de la frecuencia cardíaca.

**Tasa metabólica:** Consumo de oxígeno por unidad de peso corporal en un periodo dado.

**Tejido conjuntivo:** Tejido de sostén.

**Teoría de las metas de logro:** Teoría que resalta el papel de los procesos cognitivos en las respuestas motivacionales.

**Termorregulación:** Regulación del calor.

**Test:** Procedimiento de medida cuyo material, forma de administración, puntuación, corrección y valoración son estándar y del que se derivan puntuaciones normativas.

**Testosterona:** Hormona sexual masculina; tiene propiedades anabolizantes.

**Tiamina:** Vitamina B<sub>1</sub>.

**Tirosina:** Aminoácido.

**Tocoferol:** Vitamina E.

**Transferrina:** Proteína transportadora del hierro.

**Trastorno bipolar:** Se caracteriza por oscilaciones grandes y frecuentes del estado anímico.

**Triglicéridos:** Grasas neutras compuestas por glicerol, un alcohol trivalente y tres ácidos grasos.

**Trombopenia:** Escasez de plaquetas.

**Troponina:** Proteína contráctil del músculo.

**Tumores embrionarios:** Tumores indiferenciados de células redondas que muestran diferentes patrones de diferenciación.

**Ubiquinona = Coenzima Q:** Antioxidante mitocondrial.

**Umbral:** Grado mínimo de estímulo que produce una sensación.

**Umbral de lactato:** Porcentaje del consumo máximo de oxígeno al que se produce un incremento significativo de la concentración de lactato en sangre.

**Validez:** Grado de concordancia entre lo que el test mide y lo que se supone que mide. Hay varios tipos de validez, que son: validez de constructo, validez de contenido y validez referida a un criterio.

**Valoración funcional:** Determinación objetiva de una característica funcional a través de la medición de un indicador durante una tarea motriz.

**Vitaminas:** Micronutrientes indispensables para que el organismo pueda llevar a cabo diversas reacciones metabólicas.

**WADA/AMA:** World Anti-Doping Agency. Agencia Mundial Antidopaje.



# Indice Analítico

---

## A

Abandono 10, 143, 161, 225, 233  
Acelerómetro 56, 240  
Acetilcolina 104, 436  
Acidosis 389, 431, 492  
ACSM 6, 263, 282, 304, 315, 399  
ACTH 112, 471  
Actina 504  
Adenosintrifosfato (ATP) 421, 489  
Adherencia 41, 90, 145, 178, 196, 225, 233, 506  
Aeróbico 90, 100, 140, 293, 315, 361, 370, 395, 424  
Afrontamiento 76, 146, 155, 199, 248, 462  
Agentes  
    carcinógenos 393  
    estresores 158  
Albúmina 329, 352  
Alcalosis 457  
Aldosterona 512  
Almidón 409, 417  
AMA/WADA 469  
Aminoácidos 333, 374, 482  
Autoeficacia 42, 71, 89, 226  
Autoestima 44, 89, 169, 181, 398, 455  
Averroses 23  
Avicena 23

## B

Balance energético 333, 376  
Barrera hematoencefálica 474  
Beta-agonistas 471

Bicarbonato 140, 432  
Bicicleta ergométrica/Cicloergómetro 62, 109, 423  
Bienestar  
    psicológico 11  
    subjetivo 71,79  
Biodisponibilidad 433  
Bradycardia 456, 477  
Bulimia 132, 455  
Burnout 159, 211, 233

## C

Cafeína 120, 388, 438, 439  
Calcio 136, 262, 373, 407, 463  
Calcitonina 375  
Calidad de vida 10, 35, 71, 211, 239, 279, 310, 332, 401  
Calorías 4, 44, 231, 384, 428, 453  
Caltrac 56  
Carbohidratos/Hidratos de carbono 331, 351, 406, 421, 433, 438, 442, 512  
Carcinogénesis 393  
Carcinoma 392, 480  
Carnitina 438  
Catabolismo 327, 426  
Catecolaminas 104, 338, 474  
Cicloergómetro/Bicicleta ergométrica 62, 109, 271, 358, 423  
Ciclotimia 102  
Cinta rodante/Tapiz rodante 55, 64, 271, 358, 369, 496

Citoquinas 374  
Cocaína 102, 472  
Cociente respiratorio 424  
Coenzima Q/ubiquinona 437  
COI 437, 468, 469  
Colágeno 348, 374  
Colesterol 6, 65, 262, 304, 329  
Colina 436  
Comorbilidad 89, 313, 339  
Consumo máximo de oxígeno 64, 282, 301, 423, 478  
Creatina 438  
Crecimiento 135, 165, 373, 471, 483  
CRF 112  
Cribado o screening 66, 257  
Cristóbal Méndez 26  
Cuestionarios 4, 61, 83, 108, 138, 179, 259, 303, 458

## D

Dehidroepiandrosterona 470, 506  
Densidad mineral ósea 379  
Depresión 11, 36, 71, 99, 136  
Detención  
    del pensamiento 150, 185  
Diabetes 7, 36, 84, 226, 286, 337  
Diario 59, 124, 173  
Dinamómetro 275  
Dislipemia 281, 307, 339  
Dislipoproteinemias 322  
Disomnias 118  
Diuresis 439, 519  
Diuréticos 260, 307, 456, 472  
Dopaje 135, 437, 468

## E

Electroencefalograma 122  
Electrolitos 432, 457  
Endorfinas 112, 461  
Enmascarantes 481  
Entrenamiento  
    adaptaciones 361  
    autógeno 152  
    de fuerza 109, 229  
    de resistencia 283  
Ergogénicas 421, 437  
Ergometría 310, 358  
Ergómetro 316, 496  
Eritrocito/Hematíe 435, 471  
Eritropoyetina 396, 471

Escala de Borg 356, 492  
Esplenocitos 503  
Esteroides anabólico-androgénicos 479  
Estilo de vida 5, 12, 35, 71, 300, 331, 355, 397, 487, 501  
Estimulantes 438, 472  
Estrés oxidativo 349, 437, 502  
Estudio  
    longitudinal 6, 343, 385  
    transversal 89, 246  
Etiología 103, 118, 134, 161, 393, 395

## F

Fatiga 101, 133, 160, 359, 392, 395, 436, 492, 512  
Ferritina 433, 464  
Fiabilidad 52, 63, 68, 123, 249, 269, 451, 519  
Fibra 407, 444, 464  
Forma física 4, 49, 73, 89, 101, 227, 323, 507, 518  
Fosfolípidos 321, 412  
Fructosa 348, 408, 431

## G

Galeno 20, 26  
Gasto  
    cardíaco 307, 315, 338, 359, 370, 399, 432, 478, 492, 511  
    energético 4, 53, 137, 244, 333, 397, 416, 422, 491  
Genotipo 326, 328  
Ginseng 438, 467  
Glicerol 326, 426, 439  
Glucagón 335  
Glucemia 140, 264, 311, 339, 345, 346, 425  
Glucógeno 333, 407, 425, 429, 440, 476, 492  
Glucogenolisis 425, 476  
Glucosa 9, 63, 140, 264, 292, 335, 353, 425, 464, 513  
Glucosuria 481  
Gonadotropinas 512  
Goniómetro 276  
Grasa 64, 134, 262, 278, 331, 339, 406, 448

## H

HDL colesterol 263, 321  
Hematíe/Eritrocito 369, 481, 511  
Hematocrito 464, 481, 514  
Hematopoyesis 479  
Hemoglobina 88, 141, 341, 354, 433, 472, 514  
Hidratos de carbono/Carbohidratos 351, 406, 433, 438, 442, 512

Hidrólisis 422, 490  
 Hierro 409, 432, 448, 481  
 Hiperglucemia 9, 137, 339, 345, 348, 453  
 Hiperlipidemia 329, 515  
 Hipócrates 18, 29, 107  
 Hipoglucemia 136, 431, 453, 512  
 Hipoxia 364, 481, 513  
 Homeostasis 376  
 Hormona 334, 375, 389, 434, 471, 482, 506  
 Hueso 135, 260, 373, 489

## I

IGF 373, 471, 482, 503  
 Imagen corporal 73, 95, 231, 393, 448, 516  
 Infarto de miocardio 6, 58, 130, 257, 304, 350, 506  
 Inmunosupresión 159  
 Insulina 7, 137, 321, 338, 347, 355, 431, 471, 482, 515  
 Interleuquinas 375  
 Isquemia 136, 263, 316

## L

Lactosa 412  
 Lecitina 330, 434  
 Lipasa 322, 330  
 Lipólisis 140, 338, 482  
 Lipoproteínas 6, 304, 319, 321, 350, 479

## M

Macrófagos 348, 394, 507  
 Maduración 139, 240, 376, 461, 487  
 Menopausia 325, 378, 505  
 MET 5, 61, 424  
 Metabolismo  
     aeróbico 491  
     basal 63, 333, 416, 422, 504  
 Metabolito 285, 375, 448, 470, 494  
 Metas de logro 233  
 Minerales 132, 406, 432, 434  
 Miocardiopatía 258, 311, 348  
 Mitocondrias 371, 396, 435, 502  
 Modelado 152  
 Morbilidad 9, 301, 319, 497  
 Motivación 48, 75, 113, 145, 177, 180, 188, 268  
 Muerte súbita 130, 256, 258, 310, 338, 476

## N

Narcolepsia 119, 123

## O

Osteoblastos 373, 376, 489  
 Osteocitos 374  
 Osteoclastos 374, 376  
 Osteogénesis 390  
 Oxidación 320, 427

## P

Parasomnias 118  
 Patogenia 322, 349  
 Péptido 338, 462, 476  
 Periodos críticos 386, 488  
 Placebo 109, 438  
 Polisomnografía 123  
 Preeclampsia 515  
 Prevalencia 103, 279, 305, 332, 345, 351, 455  
 Proteínas 140, 321, 333, 348, 374, 406, 438

## R

Reestructuración cognitiva 150, 156  
 REM 115, 116  
 Riboflavina 415, 436, 449

## S

Salud mental 11, 81, 99, 210  
 Sarcoma 392  
 Sedentarismo 3, 34, 236, 239, 299, 304, 334  
 Serotonina 104, 334, 436, 462  
 Sinapsis 503  
 Síndrome  
     metabólico 9, 321, 351  
     depresivo 99  
     de apnea del sueño 120  
     de burnout 211  
 Sobreentrenamiento 157, 160, 172, 190, 287, 512  
 Sonambulismo 119  
 Sueño 21, 115, 118, 161, 173, 474

## T

Tapiz rodante/Cinta rodante 55, 64, 271, 358, 369, 496  
 Taquicardia 258, 311, 359, 449, 472, 495  
 Tasa metabólica 359  
 Termorregulación 131, 334, 472, 492  
 Test 59, 64, 267, 274, 346, 358  
 Testosterona 434, 470, 478, 506  
 Tiamina 412, 435  
 Trastorno bipolar 102

**584** *Actividad física y salud*

Triglicéridos 6, 62, 321, 327, 413, 425, 515

Tumores

benignos 512

embrionarios 392

**U**

Ubiquinona/Coenzima Q 437

Umbral

anaeróbico 273

de fatiga 296

de lactato 328

**V**

Validez 52, 65, 268

Vitamina D 374, 376, 412, 451

Vitaminas 384, 406, 435, 438

**W**

WADA/AMA 469