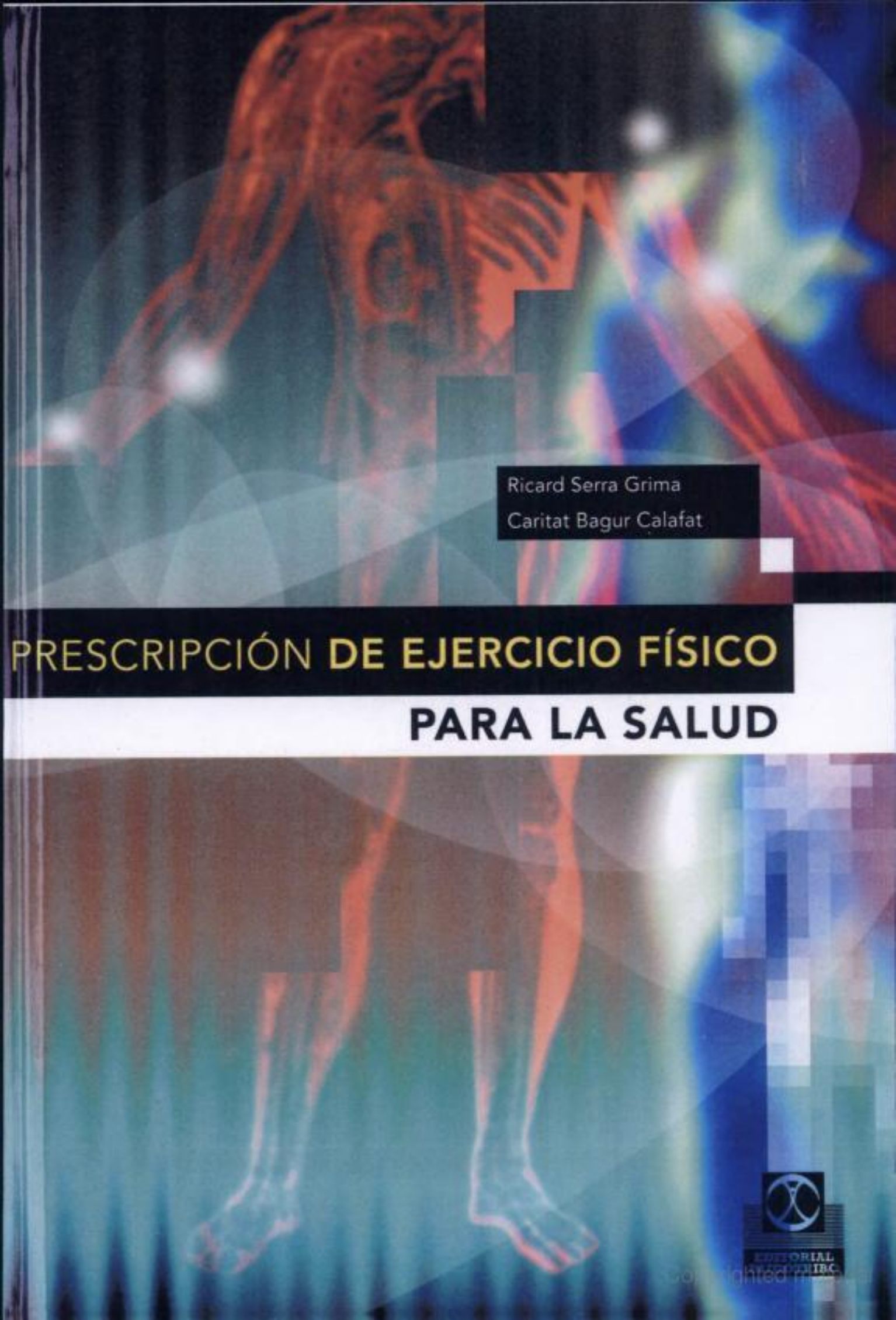




Ricard Serra Grima
Caritat Bagur Calafat

PRESCRIPCIÓN DE EJERCICIO FÍSICO PARA LA SALUD



EDITORIAL
I.B.C.

Copyrighted material

This One



F2US-KJ3-NPEN Copyrighted material

COLECCIÓN FITNESS

PRESCRIPCIÓN DE EJERCICIO FÍSICO PARA LA SALUD

**Ricard Serra Grima
Caritat Bagur Calafat**



Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del "copyright", bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción parcial o total de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo públicos.

Director de colección: Jordi Mateo Vila

Diseño de cubierta: David Carretero

Ilustraciones: Albert Pallarès

© 2004, Ricard Serra Grima
Caritat Bagur Calafat
Editorial Paidotribo
C/ Consejo de Ciento, 245 bis, 1º, 1º
08011 Barcelona
Tel.: (93) 323 33 11 – Fax: (93) 453 50 33

Primera edición:
ISBN: 84-8019-802-8
Fotocomposición: Editor Service, S.L.
Diagonal, 299 – 08013 Barcelona
Impreso en España por Sagrafic

AUTORES

Caritat Bagur Calafat. Licenciada en Educación Física y Fisioterapeuta. Profesora adjunta de la Universitat Internacional de Catalunya.

Enrique Cáceres Palou. Departamento de Cirugía Ortopédica y Traumatología (Hospital de la Santa Creu i Sant Pau). Barcelona.

Pere Casan Clarà. Laboratorio de función pulmonar. Departamento de Neumología (Hospital de la Santa Creu i Sant Pau). Barcelona.

Carmen de Pablo Zarzosa. Departamento de Rehabilitación Cardíaca (Hospital Ramon y Cajal). Madrid.

Lydia de Sena y de Cabo. Departamento de Cirugía Ortopédica y Traumatología (Hospital de la Santa Creu i Sant Pau). Barcelona.

Jordi Farrerons Minguella. Unidad de Metabolismo Minero-cálcico. Departamento de Medicina Interna (Hospital de la Santa Creu i Sant Pau). Barcelona.

Eduardo Garrido Marín. Unidad de Medicina del deporte y Fisiología Cardiorrespiratoria. Hospital General de Catalunya.

Rosa Guell Rous. Laboratorio de función pulmonar. Departamento de Neumología (Hospital de la Santa Creu i Sant Pau). Barcelona.

Eva Guillaumet. Servicio de Cardiología. Hospital de la Santa Creu i Sant Pau. Barcelona

Alberto Leiva Hidalgo. Servicio de Endocrinología (Hospital de la Santa Creu i Sant Pau). Barcelona.

Consol Lemonche Aguilera. Dra. en medicina. Conselleria de Benestar Social.

Victoria López-Rodó. Institut Universitari Dexeus. Barcelona.

Monica Uach Calmó. Licenciada en Educación Física.

José María Maroto Montero. Departamento de Rehabilitación Cardíaca (Hospital Ramon y Cajal). Madrid.

Antonio Pérez y Pérez. Servicio de Endocrinología (Hospital de la Santa Creu i Sant Pau). Barcelona.

Mercedes Rigla Cros. Servicio de Endocrinología (Hospital de la Santa Creu i Sant Pau). Barcelona.

Gil Rodas Font. Residencia Blume. CEARE (Secretaria General de l'Esport). Barcelona.

Ricard Serra Grima. Departamento de Cardiología y Cirugía Cardíaca (Hospital de la Santa Creu i Sant Pau) Consell Català de l'Esport. Servei mèdic F.C. Barcelona-Sanitas.

Montserrat Tejel Gorgas. Departamento de Cirugía Ortopédica y Traumatología (Hospital de la Santa Creu i Sant Pau). Barcelona.

Lluís Tomás Abadal. Departamento de Cardiología y Cirugía Cardíaca (Hospital de la Santa Creu i Sant Pau) Barcelona.

Teresa Torrades Solé. Fisioterapeuta. Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, Barcelona.

Yolanda van Amersfoort. Unidad de Medicina Psicosomática (Clínica Sant Jordi). Barcelona.

Coordinadores

Ricard Serra Grima
Caritat Bagur Calafat

ÍNDICE

Prólogo, 7

Capítulo I

La evolución de los programas de ejercicio físico en el ámbito de la salud. Dr. Lluís Tomás Abadal, 9

Capítulo II

Valoración funcional y cardiológica previa al entrenamiento físico. Dr. Gil Rodas Font, Dr. Eduardo Garrido Marín, 27

Capítulo III

Orientaciones básicas para programas de ejercicio físico de ámbito no competitivo. Caritat Bagur Calafat, 57

Capítulo IV

Clasificación de la actividad física y de los deportes más comunes. Caritat Bagur Calafat, Dr. Ricard Serra Grima, 89

Capítulo V

Cuantificación de la actividad física: métodos y aplicaciones. Dr. Ricard Serra Grima, Mónica Llach Calmó, 117

Capítulo VI

Recomendaciones para la actividad física en pacientes con cardiopatías. Dr. Ricard Serra Grima, Dra. Consol Lemonche Aguilera, Teresa Torrades Solé, 143

Capítulo VII

Prescripción de ejercicio físico en pacientes con cardiopatía coronaria. Dr. Ricard Serra Grima, Eva Guillaumet Gasa, 181

Capítulo VIII

Prescripción de ejercicio en pacientes con enfermedad

respiratoria crónica. Dr. Pere Casan Clarà, Dra. Rosa Güell Rous, 213

Capítulo IX

Prescripción de ejercicio en la prevención y el tratamiento

de las lesiones traumatológicas. Dra Lydia de Sena y de Cabo, Dr. Enrique Cáceres Palou, Dra. Montserrat Tejel Gorgas, 235

Capítulo X

Prescripción de ejercicio físico y salud mental.

Yolanda van Amersfoort, 303

Capítulo XI

Ejercicio físico en diversos trastornos metabólicos: diabetes,

dislipemia y obesidad. Dr. Antonio Pérez Pérez, Dra. Mercedes Rigla Cros, 341

Capítulo XII

Prescripción de ejercicio físico en la prevención y el tratamiento

de los trastornos del metabolismo minero-cálcico. Dr. Jordi Farrerons Minguella, 375

Capítulo XIII

Ejercicio físico y embarazo. Dra. Victoria López-Rodó, 409

Capítulo XIV

Prescripción de ejercicio físico en la población adulta. Dr. Ricard Serra Grima,

Caritat Bagur Calafat, 435

Capítulo XV

Prescripción de ejercicio físico en los ancianos. Dra. Carmen de Pablo Zarzosa,

Dr. José María Maroto Montero, 455

Capítulo XVI

Ejercicio físico: Declaración de consenso del Consejo de Colegios Médicos.

Ricard Serra Grima, Caritat Bagur Calafat, Alberto Leiva Hidalgo, Rafael Peral Martínez, Jaume Roca Vallespí, J. Antonio Sancha de Prada, Robert Soler Rich, 475

PRÓLOGO

El concepto de salud ha cambiado a través de los tiempos como consecuencia de los avances médicos y científicos y de los cambios económicos, culturales y sociales de nuestra sociedad.

De aquella definición clásica, en términos negativos, que entendía la salud como "la ausencia de enfermedad", hemos pasado a una definición más holística y positiva, en la cual ya no hablamos de la salud como el "estado de completo bienestar físico, mental y social, y no únicamente la ausencia de afecciones o enfermedad", sino que añadimos el término "calidad de vida" en un mundo caracterizado por la búsqueda constante del "bienestar" individual y colectivo.

Para conseguir o mantener este estado de salud óptimo que incluya también el concepto más novedoso, aunque más impreciso, hay que reconocerlo, de "calidad de vida" es imprescindible incorporar, y me atrevería a decir interiorizar, en la práctica clínica las actividades de prevención de las enfermedades y de promoción de la salud en todos los niveles asistenciales y dirigidas a los diferentes estratos de población.

Podríamos hablar de "universalizar" este enfoque "integral" de la asistencia sanitaria, incluyendo también a las personas que han sufrido un proceso patológico y están en proceso de recuperación y rehabilitación, así como por ejemplo a las personas de edad avanzada con pluripatologías.

Es en este ámbito en el que hay que situar el libro que tengo el honor de presentar: *Prescripción del ejercicio físico para la salud*, basado en considerar la práctica de ejercicio físico, regular y controlado como un instrumento terapéutico de primer orden, rompiendo viejos moldes o creencias en sentido contrario y, como se demuestra a través de los diferentes capítulos, con evidencia científica contrastada.

En este libro, coordinado por el Dr. Ricard Serra Grima y la profesora Caritat Bagur Calafat, los lectores encontrarán la respuesta adecuada a muchas cuestiones que son habituales a la hora de recomendar a los pacientes una determinada actividad física, en un formato eminentemente práctico y con una elaboración y una redacción claras y amenas, que no se contradicen con el alto contenido científico del texto.

Estoy seguro de que de su lectura se beneficiarán muchos y de que contribuiremos entre todos a incrementar el "estado de salud" de la población en general.

Dr. Eduard Rius i Pey

Presidente de la Fundación de Gestión
del Hospital de la Santa Creu i
Sant Pau de Barcelona, y ex consejero de Sanidad
y Seguridad Social de la Generalitat de Catalunya

C A P Í T U L O I

La evolución de los programas de ejercicio físico en el ámbito de la salud

Dr. Lluís Tomás Abadal

Departamento de Cardiología y Cirugía Cardíaca

Hospital de la Santa Creu i Sant Pau – Barcelona

INTRODUCCIÓN

Los médicos hemos pasado de recomendar el reposo absoluto para la curación de la mayoría de las enfermedades a ser entusiastas defensores de la práctica del ejercicio físico para la prevención y el tratamiento de muchas afecciones, especialmente las enfermedades cardiovasculares. Quizás los cardiólogos hemos sido los más radicales en este cambio de mentalidad. De prescribir un mes de reposo absoluto después de un infarto agudo de miocardio hemos pasado actualmente a practicar una prueba de esfuerzo submáxima a los siete días de evolución de un episodio coronario agudo.

Es interesante mirar retrospectivamente los resultados de los estudios que se han realizado sobre el efecto del ejercicio físico sobre la función cardiovascular. Ello nos ayuda a comprender el cambio de mentalidad de los médicos antes mencionado. En este capítulo recopilaremos los datos del diseño, metodología y conclusiones de los estudios cuyo objetivo principal era determinar el efecto del ejercicio físico sobre la salud cardiovascular.

Es importante, como introducción, analizar los cambios que se han producido en el transcurso del tiempo en los estilos de vida y que han influido en el tipo de trabajo del ser humano. Después nos detendremos a considerar la información que han proporcionado los estudios ocupacionales y que han demostrado un efecto beneficioso del ejercicio sobre la salud. Posteriormente describiremos los estudios que han demostrado lo mismo con el ejercicio físico practicado como diversión o actividad de tiempo libre.

"Todas aquellas partes del cuerpo que tienen una función, si se usan con moderación y se ejercitan en el trabajo para el que están hechas, se conservan sanas, bien desarrolladas y envejecen lentamente, pero si no se usan y se deja que holgazaneen, se convierten en enfermizas, defectuosas en su crecimiento y envejecen antes de hora" (Hipócrates).

Hace un siglo, un tercio de la energía gastada en las fábricas y granjas de EE UU era de origen humano. Actualmente, menos del 1 % del total de esta energía proviene de la fuerza muscular del hombre.

La hipótesis del papel causal del sedentarismo para las enfermedades cardiovasculares ha sido objeto de un gran número de ensayos y estudios epidemiológicos observacionales, además de muchos estudios experimentales durante los últimos cuarenta años. El cúmulo de evidencias que han proporcionado estos estudios y que poseemos

actualmente apoya convincentemente la teoría de que el ejercicio físico regular y controlado, aparte de proporcionar otros beneficios sobre la salud, protege de las enfermedades cardiovasculares, en especial, del infarto de miocardio (IM). No está suficientemente demostrado que sea a través de una acción directa, pero sí por la modificación de otros factores. Es evidente que el ejercicio físico disminuye el riesgo de enfermedad cardiovascular al promover la pérdida de peso corporal, normalizar la hipertensión arterial (HTA), la glucemia en los diabéticos y aumentar la sensibilidad de los tejidos a la insulina, así como incrementar los niveles de las lipoproteínas de alta densidad (HDL-colesterol). Tanta es la importancia que tiene el ejercicio físico sobre el sistema cardiovascular, que los programas de rehabilitación y los de promoción de actividad física en tiempo libre se consideran esenciales para la prevención, tanto primaria como secundaria, de las enfermedades cardiovasculares.

La apreciación del efecto del ejercicio sobre el riesgo cardiovascular ha tenido varios inconvenientes metodológicos. El primero es la dificultad de medir la cantidad de ejercicio. En los estudios de cohortes ocupacionales, la descripción del tipo o lugar de trabajo daba una burda idea de la cantidad e intensidad de ejercicio que requerían. En los estudios realizados de cohortes no ocupacionales, el tiempo de ejercicio practicado a la semana servía para, en cierto modo, medir la cantidad de esfuerzo realizado. Por otro lado, la diversidad de acciones que puede tener la práctica de diversos tipos de ejercicio puede ser determinante del efecto sobre el corazón y los vasos. Se sabe que para la prevención cardiovascular el tipo de ejercicio aeróbico es el más beneficioso. Así pues, es importante considerar no sólo la cantidad e intensidad, sino también el tipo de ejercicio realizado.

Al comparar resultados entre estudios, hay que tener en cuenta la definición de los puntos finales. No es lo mismo un estudio que considere como punto final la ocurrencia de muerte por cardiopatía coronaria que otro que considere sólo el infarto de miocardio, o bien otro que tenga en cuenta el infarto agudo, la angina y la muerte súbita conjuntamente.

Otro aspecto metodológico importante es definir correctamente los grupos poblacionales: algunos estudios comparan a individuos que realizan un esfuerzo físico muy importante con otros que son totalmente sedentarios. Otros comparan a los de esfuerzo intenso con los que realizan un esfuerzo intermedio o con un grupo mixto formado por sedentarios y de esfuerzo ligero.

El concepto de que el riesgo coronario es multifactorial obliga a controlar otros factores de riesgo para valorar correctamente la relación del ejercicio físico con la enfermedad coronaria. Los estudios realizados en grupos laborales que han ajustado los resultados por la edad, la tensión arterial (TA), el nivel de colesterol, el consumo de tabaco, etc., son muy escasos.

Últimamente, la aplicación de las nuevas técnicas de metaanálisis de los resultados de varios estudios similares ha proporcionado mayor claridad y contundencia estadística para establecer la relación entre ejercicio físico y enfermedad coronaria. El metaanálisis se ha definido como el análisis estadístico de una serie de resultados analíticos con el propósito de integrar los hallazgos. No ha sido fácil coordinar los resultados, porque la metodología era diferente. Powell en 1987²⁰ publicó la primera revisión completa de este tópico. En su revisión presentaba unas tablas que documentaban las características de cada estudio revisado, incluyendo una valoración de la calidad y el riesgo relativo para cardiopatía coronaria (cc) aportado por cada uno de ellos. En trabajos subsiguientes se concluía que el ejercicio físico es un método muy eficaz y barato para la prevención de la enfermedad coronaria, en comparación con otras estrategias.

ESTUDIOS SOBRE EL EFECTO DEL EJERCICIO FÍSICO EN COHORTES OCUPACIONALES (tabla 1.1)

El primer estudio realizado en un colectivo laboral con el fin de establecer la relación entre el nivel de actividad física que requería el trabajo y la mortalidad por enfermedad coronaria se publicó en 1953.¹ Su autor, Morris, observó a 110.000 empleados de los servicios de correos y de la compañía de autobuses de Londres, en un estudio prospectivo de seguimiento. Comparó la incidencia y la mortalidad coronaria en los grupos de carteros de a pie, con las de quienes trabajaban en las oficinas. Se comparó a los cobradores de autobús con los conductores. Los resultados demostraron que había diferencias significativas en la morbimortalidad por cardiopatía coronaria entre los grupos. Los más activos tenían menos enfermedad. Un defecto metodológico importante, que en aquella época era explicable por el poco desarrollo metodológico de estos estudios, fue la falta de ajuste por otras variables que podían ser confundentes o interferir en los

TABLA 1.1
Estudios del efecto del ejercicio físico en cohortes ocupacionales

Estudio	Autor	Año	Nº	Evento final	Actividad intensa	Actividad baja	Ajuste	RR (IC 95 %)
LONDON CIVIL SERVANTS (1)	Morris	1953	110.000	Muerte	Carteros	Intermedio	No	1,4 (1 - 2)
					Carteros	Sedentarios		2,0 (0,4 - 2,8)
					Carteros	Intermedio	No	1,3 (0,9 - 1,9)
					Carteros	Sedentarios		1,4 (0,9 - 2,1)
				Angina	Carteros	Intermedio	No	0,6 (0,4 - 0,9)
					Carteros	Sedentarios		0,8 (0,5 - 1,2)
				CC	Carteros	Intermedio	Edad	1,1 (0,9 - 1,4)
					Carteros	Sedentarios		1,3 (1,0 - 1,6)
EMPLEADOS AUTOBUSES LONDRES (1)	Morris	1953	31.000	IM	Cobradores	Conductores	No	2,3 (1,3 - 4,2)
				Angina	Cobradores	Conductores	No	0,5 (0,2 - 1,2)
				CC	Cobradores	Conductores	Edad	1,8 (0,9 - 3,3)
FUNCIONARIOS DE LOS ÁNGELES (2)	Chapman	1959	955	CC	Trabajo duro	Intermedio	No	0,5 (0,2 - 1,4)
				CC	Trabajo duro	Sedentarios	No	0,5 (0,1 - 1,6)
EMPLEADOS DE BELL - TELEPHONE (3)	Mortensen	1959	75.000	Muerte CC	Trabajo manual	Administra.	No	1,1 (0,9 - 1,2)

TABLA 1.1
Estudios del efecto del ejercicio físico en cohortes ocupacionales (continuación)

Estudio	Autor	Año	Nº	Evento final	Actividad intensa	Actividad baja	Ajuste	RR (IC 95 %)
TRABAJADORES FFCC EE UU (4, 5)	Taylor	1962 1970	191.609	Muerte CC	Trabajadores manuales	Guardagujas	Edad	1,4 (1,1 - 1,7)
					Guardagujas	Administrat.	Edad	2,0 (1,7 - 2,5)
						Administrat.	Edad	1,2 (0,6 - 2,4)
						Sedentarios	Edad	1,1 (0,5 - 2,4)
							Edad	1,2 (0,7 - 1,9)
RESIDENTES EN DAKOTA DEL NORTE (6)	Zukel	1959	20.000	IM, MS Angina	Granjeros	No granjeros	Edad	1,8 (1,2 - 2,7)
								1,3 (0,8 - 2,8)
EMPLEADOS DEL SERVICIO PÚBLICO DE CHICAGO (7)	Stamler	1960	784	CC	Trabajo medio	Sedentarios	Edad	1,1 (0,6 - 2,2)
EMPLEADOS DE CORREOS DE WASHINGTON (8)	Kahn	1963	1.664	Muerte CC	Carteros 5A	Administrat.	Edad	2,8 (1,0 - 7,8)
SIETE PAÍSES (YUGOSLAVOS) (9-10)	Keys	1970	1.371	CC	Trabajo duro Trabajo duro	Trabajo moderado Sedentarios	No	1,4 (0,6 - 3,6)
							No	1,9 (0,9 - 4,0)

TABLA 1.1
Estudios del efecto del ejercicio físico en cohortes ocupacionales (continuación)

Estudio	Autor	Año	Nº	Evento final	Actividad intensa	Actividad baja	Ajuste	RR (IC 95 %)
ITALIANOS (11, 12)			1.712	IM, MS	Trabajo duro	Trabajo moderado	No	1,8 (0,8 - 4,1)
					Trabajo duro	Sedentarios	No	3,1 (1,2 - 7,5)
GRIEGOS (13, 14)			1.215	CC	Trabajo duro	Moderado	Edad	1,2 (0,4 - 3,6)
					Trabajo duro	Sedentarios	Edad	2,0 (0,6 - 6,0)
FERROVIARIOS ITALIANOS (15)			172.459	Muerte CC	Trabajo duro	Moderado	Edad	1,9 (1,3 - 2,8)
					Trabajo duro	Sedentarios	Edad	1,6 (1,2 - 2,1)
HOMBRES DE LOS KIBBUTZ ISRAELÍES (16)	Brunner	1974	5.288	Angina IM M./ CC	< 80 % sentado	≥ 80 % sentado	Edad	2,6 (1,8 - 3,6)
							Edad	2,5 (1,8 - 3,4)
							Edad	2,0 (1,2 - 3,3)
MUJERES DE LOS KIBBUTZ ISRAELÍES (16)	Brunner	1974	5.229	Angina IM M./ CC	< 80 % sentado	≥ 80 % sentado	Edad	3,5 (2,1 - 6,0)
							Edad No	1,8 (0,6 - 5,1) 3,0 (0,3 - 29,4)

TABLA 1.1
Estudios del efecto del ejercicio físico en cohortes ocupacionales (continuación)

Estudio	Autor	Año	Nº	Evento final	Actividad intensa	Actividad baja	Ajuste	RR (IC 95 %)
RESIDENTES DEL ESTE DE FINLANDIA (17)	Punsar	1976	671	M/CC	Muy activos Categoría 4	CAT 3 CAT 1 CAT 3	No No No	0,7 (0,3 - 1,6) 1,1 (0,4 - 3,1)
RESIDENTES DEL OESTE DE FINLANDIA (17)						CAT 2 NADIE EN CAT 1	No No	1,1 (0,2 - 8,4) 2,4 (0,3 - 18,5)
PORTUARIOS DE SAN FRANCISCO (18 - 19)	Brand Paffenbarger	1979 1977	3.975	Muerte CC	Trabajo fuerte	$\leq 5 \text{ kcal} \cdot \text{min}^{-1}$ $>5 \text{ kcal} \cdot \text{min}^{-1}$	Edad	1,6 (1,2-2,2)

Adaptado de Powell y col. (20)

Abreviaturas:

IM = Infarto miocárdico, CC = Cardiopatía coronaria, IC = Intervalo de confianza; M/CC = Muerte / Cardiopatía coronaria;
 RR = Riesgo relativo.

resultados. De este detalle se dio cuenta pronto el autor cuando observó que los uniformes de los carteros oficinistas y de los conductores de autobús eran de tallas muy superiores a la de los carteros de calle y de los cobradores. La evidencia era que los sedentarios eran más corpulentos y pesaban más. El sobrepeso podía ser una variable confusiva del efecto del ejercicio físico sobre la enfermedad coronaria.

A partir de este trabajo, se realizaron muchos otros, aprovechando la oportunidad que daba el hecho de poder seguir con facilidad a colectivos laborales. Los estudios de los funcionarios de Los Ángeles² y de los empleados de la empresa de teléfonos Bell Company³ se publicaron al final de la década de 1950. Les siguieron los estudios de los funcionarios de Chicago,⁷ el de los trabajadores de los ferrocarriles en EE UU^{4,5} y el de los empleados de correos de Washington.⁸ El estudio de "siete países"^{9,10} dio la oportunidad de estudiar a diferentes cohortes en diferentes países y poder comparar sus niveles de riesgo y tasas de incidencia y mortalidad coronaria entre ellos.

Durante la década de 1970 se publicaron varios estudios mejor diseñados con la finalidad de demostrar que el ejercicio físico se asociaba a menor incidencia de cardiopatía coronaria. El más importante de estos estudios fue el de los estibadores del puerto de San Francisco, realizado por Paffenbarger en 1977.¹⁹

De los resultados de estos estudios 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 hacía entre grupos de trabajo duro y trabajo ligero-moderado. Este hecho significa que existe una relación inversa entre nivel de ejercicio físico y enfermedad. A mayor nivel de ejercicio físico, disminuye el riesgo de enfermedad. En segundo lugar, es destacable el hecho de que cuando se consideraba como punto final la angina, no se hallaban diferencias significativas entre grupos. El riesgo relativo más significativo se dio al considerar para muerte o enfermedad coronaria la relación entre personas que hacían ejercicios severos y personas sedentarias.

ESTUDIOS SOBRE EJERCICIO FÍSICO EN COHORTES NO OCUPACIONALES (tabla 1.2)

Los estudios efectuados en grupos o cohortes de individuos que no tenían ningún tipo de relación de trabajo se resumen en la tabla 1.2.

TABLA 1.2
Estudios del efecto del ejercicio físico en cohortes no ocupacionales

Estudio	Autor	Año	Nº	Evento	Actividad alta	Actividad baja	Ajuste	RR (IC)
LRC (21)	Ekelund	1988	4.276	Muerte CC	Entrenados	No entrenados	Edad, ta, Col., tab.	2,7 (1,4 - 5,1)
MRFIT (22)	Leon	1987	12.138	Muerte CC IM	3º T	1º T	Edad, ta, Col., tab.	1,5 (1,09 - 2,04) 1,2 (1,0 - 1,4)
OSLO (23)	Mundal	1987	2.014	Muerte CC	Q IV	Q I 2 Q INT.	Edad Edad	4,8 (2,2 - 10,7) 1,5 (0,6 - 3,8)
FERROVIARIOS EE UU (24)	Slattery	1989	3.043	Muerte CC	Q IV	Q I Q III	Edad, ta, Col., tab.	1,28 (0,99-1,63) 1,05 (1-1,1)
E. BELGA (25)	Sobolski	1983	2.363	Muerte CC	Q IV	Q I 2 Q	No No	0,69 (0,25-1,93) 0,90 (0,40-2,04)
HOMBRES FINL (26)	Pekkanen	1987	636	Muerte CC	Alto	Sedentarios	Edad, ta Col., tab.	1,3 (0,89 - 1,89)

TABLA 1.2
Estudios del efecto del ejercicio físico en cohortes no ocupacionales

Estudio	Autor	Año	Nº	Evento	Actividad alta	Actividad baja	Ajuste	RR (IC)
E. HONOLULU (27) 45 - 64 años + 65 años	Donahue	1988	7.221 423	Muerte CC	3º T	1º T 2º T	Edad	1,45 (1,14 - 1,89) 2,33 (1,01 - 5,26)
E. FRAMINGHAM (28, 29)	Kannel Palmieri	1986	4.121	Muerte CC	Actividad alta	Actividad baja	Edad Sexo	1,27 (1,01 - 1,61)
					Actividad moderada		Edad	1,20 (1 - 1,14)
PUERTO RICO (29)	Kannel	1979	8.838	Muerte CC	3º T 2º T	1º T	Edad	1,41 (1,04 - 1,91) 0,95 (0,67 - 1,37)

Adaptado de Powell y col. (20)

Abreviaturas

CC = Cardiopatía coronaria; Q = Quartil; T = Tertil; Col = Colesterol; Tab = Tabaco;
RR = Riesgo relativo; IC = Intervalo de confianza; ta = tensión arterial

Todos ellos son posteriores a los primeros estudios en cohortes ocupacionales y corresponden a la década de 1980. Generalmente son estudios efectuados para investigar el riesgo coronario de alguna comunidad natural y en ellos el diseño no fue especialmente concebido para valorar el efecto del ejercicio físico sobre el riesgo coronario, sino para valorar otros factores de riesgo coronario o un conjunto de ellos. El estudio Lipid Research Clinics era un estudio prospectivo de intervención sobre los lípidos. El MRFIT fue diseñado como estudio de prevención primaria multifactorial, igual que el estudio de Oslo. En estos estudios se aprovechó la oportunidad de investigar la actividad física de los individuos incluidos. En casi todos se midieron las horas dedicadas semanalmente a la práctica de ejercicio durante el tiempo libre. La metodología empleada en estos estudios es más sofisticada y más correcta que la de los estudios anteriores en cohortes ocupacionales. En ellos se clasificó a los individuos en grupos de entrenados o no entrenados y en tertiles o cuartiles de intensidad de esfuerzo, comparando los de mayor intensidad con los grupos de menor o de intensidad intermedia.

Los resultados han sido mucho más significativos que los obtenidos en cohortes laborales. Se pone en evidencia que la práctica de algún tipo de actividad física en tiempo libre protege de la enfermedad coronaria. Las evidencias mayores se obtienen al comparar a individuos entrenados y que practican ejercicio en el tiempo libre, al menos dos horas semanales, con individuos sedentarios. En éstos, las tasas de incidencia de infarto de miocardio fue el doble y el riesgo de muerte por cardiopatía coronaria, un 70 % mayor (tabla 1.3). En estos estudios, los resultados se ajustaron por otras variables relacionadas con el riesgo coronario. En la mayoría de ellos se puede afirmar que la actividad física en el tiempo libre es un factor protector independiente de las complicaciones de la aterosclerosis coronaria.

Quizás el estudio que mejor define la historia natural de la relación entre ejercicio físico y salud cardiovascular es el que en 1984 publicó Paffenbarger³² y que describe la evolución de 16.936 alumnos de la universidad de Harvard, en relación con la aparición de cardiopatía coronaria y el ejercicio físico, que desarrollaron en la escuela y posteriormente en su vida cotidiana. 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, HTA o historia

TABLA 1. 3
Riesgo relativo para actividad intensa, comparado con grupos sedentarios
en estudios de ejercicio físico en tiempo libre

	Número estudios	Riesgo relativo	Intervalo de confianza
Cardiopatía coronaria	1	0,7	(0,3 - 1,9)
Muerte por cardiopatía coronaria	4	1,7	(1,2 - 2,3)
Infarto de miocardio	3	2,1	(1,1 - 4,4)
Adaptado de Berlin y Colditz.			

familiar de cardiopatía coronaria. El ejercicio físico apareció como inversamente relacionado con la mortalidad total, muerte por enfermedad cardiovascular o por enfermedad respiratoria. La conclusión del estudio fue que el ejercicio físico practicado asiduamente mejora la salud cardiovascular, el estilo de vida y la longevidad.

PRESCRIPCIÓN DE EJERCICIO FÍSICO EN LOS PROGRAMAS DE REHABILITACIÓN Y DE PREVENCIÓN POSTINFARTO DE MIOCARDIO

En los últimos años se ha producido una auténtica revolución conceptual en torno al tema de la rehabilitación postinfarto. Está suficientemente probado por numerosos estudios de prevención secundaria^{33,34,35,36,37,38} que los programas de rehabilitación mediante ejercicio físico programado y controlado mejoran sensiblemente tanto la calidad de vida como la supervivencia postinfarto de miocardio.

A finales de la década de 1980, Oldridge³⁹ publicó un metaanálisis de los diez estudios de prevención secundaria de cardiopatía coronaria mejor diseñados, en los que se incluían programas de re-

habilitación y de ejercicio físico. Del metaanálisis se pudo deducir que el ejercicio físico producía una disminución del riesgo coronario, porque descendía los niveles de colesterol, la TA y el sobrepeso. Asimismo, la tolerancia al ejercicio y la calidad de vida mejoraban espectacularmente. Pero la información más importante que se obtuvo fue que la mortalidad por todas las causas disminuyó el 24 % y la mortalidad cardiovascular, el 25 %. Por ello, la conclusión a la que se llegó a partir de este metaanálisis fue que el ejercicio físico es un elemento básico en los programas de rehabilitación y que tiene un claro efecto preventivo de nuevos episodios coronarios o de muerte prematura tras un primer infarto de miocardio.

Hoy en día, la prescripción de ejercicio físico a los enfermos coronarios es una medida terapéutica usual, establecida ante la evidencia del beneficio clínico que proporciona. No se hubiese podido establecer esta pauta sin antes haber obtenido la información que han proporcionado los estudios epidemiológicos iniciados hace más de cuarenta y cinco años.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Morris, J.N.; Heady, J.A. y Raffle, P.A.B. (1953). "Coronary heart disease and physical activity of work". *Lancet*. 2. 1053-7, 1111-20.
2. Chapman, J.M.; Goerke, L.S. y Dixon, W. (1957). "The clinical status of a population group in Los Angeles under observation for two to three years". *Am J Public Health*. 47. pp. 33-42.
3. Mortensen, J.M.; Stevensen, T.T. y Whitney, L.H. (1959). "Mortality due to coronary disease analyzed by broad occupational groups". *Arch Ind Health*. 19. pp. 1-4.
4. Taylor, H.L.; Blackburn, H. y Keys, A. (1970). "Coronary heart disease in seven countries. IV Five-year follow-up of employees of selected U.S. railroad companies". *Circulation*. 41(suppl 1). pp. 20-39.
5. Taylor, H.L., Kelpetar, E. y Keys, L. (1962). "Death rates among physically active and sedentary employees of the railroad industry". *Am J Public Health*. 52. pp. 1697-1707.
6. Zukel, W.J.; Lewis, R.H. y Enterline, P.E. (1959). "A short-term community study of the epidemiology of coronary heart disease". *Am J Public Health*. 49. pp. 1630-9.
7. Stamler, J.; Lindberg, H.A. y Berkson, D.M. (1960). "Prevalence and incidence of coronary heart disease in strata of the labor force of a Chicago industrial corporation". *J Chronic Dis*. 11. pp. 405-20.
8. Kahn, H.A. (1963). "The relationship of reported coronary heart disease mortality to physical activity of work". *Am J Public Health*. 53. pp. 1058-67.
9. Buzina, R.; Keys, A. y Mohacek, Y. (1966). "Rural men in Dalmatia and Slavonia, Yugoslavia". *Acta Med Scan.* suppl 460. pp. 147-68.
10. Buzina, R.; Keys, A. y Mohacek, Y. (1970). "Five-year follow-up in Dalmatia and Slavonia". *Circulation*. 41(suppl 1). 40-51.
11. Fidanza, F.; Puddu, V. y del Vecchio, A. (1966). "Men in rural Italy". *Acta Med Scand.* suppl 460. pp. 116-46.
12. Fidanza, F.; Puddu, V. e Imbimbo, B. (1970). "Five year experience in rural Italy". *Circulation*. 41 (suppl 1). 63-75.
13. Aravanis, C.; Corcondilas, A. y Dontas, A.S. (1970). "The Greek islands of Crete and Corfu". *Circulation*. 41(suppl 1). pp. 88-100.
14. Aravanis, C.; Dontas, A.S. y Lekos, D. (1966). "Rural populations in Crete and Corfu, Greece". *Acta Med Scand.* Suppl 460. pp. 209-30.
15. Menotti, A. y Puddu, V. (1979). "Ten-year mortality from coronary

- heart disease among 172,000 men classified by occupational physical activity". *Scans J Work Environ Health*. 5. pp. 100-8.
16. Brunner, D.; Manelis, G. y Modan, M. (1974). "Physical activity at work and the incidence of myocardial infarction, angina pectoris and death due to ischemic heart disease: an epidemiological study in Israeli collective settlements (kibbutzim)". *J Chronic Dis*. 27. pp. 217-33.
 17. Punsar, S. y Karvonen, J.M. (1976). "Physical activity and coronary heart disease in populations from east and west Finland". *Adv Cardiol*. 18. pp. 196-207.
 18. Brand, R.J.; Paffenbarger, R.S. Jr y Sholtz, R.I. (1979). "Work activity and fatal heart attack studied by multiple logistic risk analysis". *Am J Epidemiol*. 110. pp. 52-62.
 19. Paffenbarger, R.S. Jr; Hale, W.E. y Brand, R.J. (1977). "Work-energy level, personal characteristics, and fatal heart attack: a birth-cohort effect". *Am J Epidemiol*. 105. pp. 200-13.
 20. Powell, K.E.; Thompson, P.D. y Caspersen, C.J. (1987). "Physical activity and the incidence of coronary heart disease". *Ann Rev Public Health*. 8. pp. 253-87.
 21. Ekelund, L.G.; Haskell, W.L. y Johnson, J.L. (1988). "Physical fitness as a predictor of cardiovascular mortality in asymptomatic North American men: the Lipid Research Clinics Mortality Follow-up Study". *N Engl J Med*. 319. pp. 1279-84.
 22. Leon, A.S.; Connet, J. y Jacobs, D.R. (1987). "Leisure-time physical activity levels and risk of coronary heart disease and death: the Multiple Risk Factor Intervention Trial". *JAMA*. 258. pp. 2388-95.
 23. Mundal, R.; Erikssen, J. y Rodahl, K. (1987). "Assessment of physical activity by questionnaire and personal interview with particular reference to fitness and coronary mortality". *Eur J Appl Physiol*. 56. pp. 245-52.
 24. Slaterry, M.L.; Jacobs, D.R. Jr y Nichaman, M.Z. (1989). "Leisure time physical activity and coronary heart disease death: the US Railroad Study". *Circulation*. 79. 304-11.
 25. Sobolski, J.; Kornitzer, M y De Backer, G. (1987). "Protection against ischemic heart disease in the Belgian physical fitness study: physical fitness rather than physical activity?" *Am J Epidemiol*. 125. pp. 601-10.
 26. Pekkanen, J.; Nissinen, A. y Marti, B. (1987). "Reduction of premature mortality by high physical activity: a 20-year follow-up of middle-aged Finnish men". *Lancet*. 1. pp. 1473-7.
 27. Donahue, R.P.; Abbott, R.D. y Reed, D.M. (1988). "Physical activity and coronary heart disease in middle-aged and elderly men: the Honolulu Heart Program". *Am J Public Health*. 78. pp. 683-5.

28. Garcia-Palmieri, M.R.; Costas, R. Jr y Cruz-Vidal, M. (1982). "Increased physical activity: a protective factor against heart attacks in Puerto Rico". *Am J Cardiol.* 50. pp. 749-55.
29. Kannel, W.B.; Sorlie, P. (1979). "Some health benefits of physical activity: the Framingham Study". *Arch Intern Med.* 139. pp. 857-61.
30. Kannel, W.B.; Belanger, A. y D'Agostino, R. (1986). "Physical activity and physical demand on the job and risk of cardiovascular disease and death: the Framingham Study". *Am Heart.* 112. pp. 820-5
31. Berlin, J.A. y Colditz, G.A. (1990). "A meta-analysis of physical activity in the Prevention of Coronary heart disease". *Am J Epidemiol.* 132. pp. 612-28.
32. Blackburn, H. y Jacobs, D. (1988). "Physical activity and the risk of coronary heart disease". *N Engl J Med.* 319. pp. 1217-19.
33. Miller, N.H.; Haskell, W.L.; Berra, K. y DeBusk, R.F. (1984). "Home versus group exercise training for increasing capacity after myocardial infarction". *Circulation.* 70. pp. 645-649.
34. Gossard, D.; Haskell, W.L. y Taylor, C.B. (1986). "Effects of low- and high-intensity home-based exercise training on functional capacity in healthy middle-aged men". *Am J Cardiol.* 57. pp. 446-449.
35. Taylor, C.B.; Houston-Miller, N.; Ahn, D.W.; Haskell, W. y DeBusk, R.F. (1986). "The effects of exercise raining programs on psychosocial improvement in uncomplicated postmyocardial infarction patients". *J Psychosom Res.* 30. pp. 581-587.
36. Follick, M.J.; Gorkin, L.; Smith, T.W.; Capone, R.J.; Visco, J. y Stablein, D. (1988). "Quality of life post-myocardial infarction: effects of transtelephonic coronary intervention system". *Health Psychology.* 7. pp. 169-182.
37. Oldridge, N. y Guyatt, G. (1986). "Mortality and morbidity after combining randomized trials of cardiac rehabilitation". *Circulation.* 74(suppl II). II-9.
38. Kallio, V.; Hamalainen, H.; Hakila, J. y Luurila, O.J. (1979). "Reduction in sudden deaths by a multifactorial intervention programme after acute myocardial infarction". *Lancet.* 2. pp. 1091-1094.
39. Oldridge, N.B.; Guyatt, G.H.; Fischer, M.E. y Rimm, A.A. (1988). "Cardiac rehabilitation after myocardial infarction: Combined experience of randomized clinical trials". *JAMA.* 260. pp. 945-50.

Valoración funcional y cardiológica previa al entrenamiento físico

Dr. Gil Rodas Font – Dr. Eduardo Garrido Marín

*Residencia Blume. Centro de Estudios del Alto Rendimiento Deportivo (CEARE)
Sant Cugat del Vallès (Barcelona)*

RESUMEN • RESUMEN • RESUMEN • RESUMEN

- La valoración funcional tanto en cardiología como en medicina del deporte está basada en la realización de pruebas de esfuerzo, con el objetivo de someter al organismo a un estrés físico-psíquico, que faciliten cuantificarlo mediante la determinación de una serie de variables biológicas.
- Se aconseja realizar una valoración cardiológica sistemática para detectar cardiopatía isquémica en todos aquellos sujetos que sobrepasen los cuarenta años de edad, presenten factores de riesgo cardiovascular o refieran clínica sugestiva de cardiopatía.
- Existen numerosas pruebas de valoración funcional diseñadas tanto para el laboratorio como para el campo. Éstas deben respetar el principio de la especificidad, es decir, que el tipo de protocolo y el ergómetro se adecuen a la biomecánica propia de la actividad física que cada sujeto realiza.
- Ciertos parámetros ergoespirométricos y sanguíneos son utilizados en la valoración funcional del deporte de elite, así como en algunos departamentos de cardiología. La indicación, realización e interpretación para cada caso han de ser realizadas exclusivamente por médicos especializados.

OBJETIVOS

- Explicar qué se entiende por valoración funcional y cardiológica.
- Explicar el interés de su realización previa al entrenamiento físico.
- Descripción de la metodología básica.
- Descripción de los protocolos más adecuados en función del tipo de población estudiada.
- Descripción de los parámetros más utilizados para la valoración y control de programas de entrenamiento físico.

INTRODUCCIÓN

El cuerpo humano trabaja habitualmente con una pequeña parte de la capacidad funcional de sus órganos. No obstante, éstos poseen una gran reserva funcional. Mediante el ejercicio físico se puede estudiar la reserva funcional del organismo en su conjunto, o incluso de alguno de sus órganos, permitiendo evaluar las posibilidades adaptativas de las diferentes funciones de éstos.

¿Qué entendemos por valoración funcional? La valoración funcional no es más que el estudio de esta reserva funcional del organismo a través de la medición de funciones biológicas, las cuales se ponen en marcha durante la realización de ejercicio físico; por consiguiente, la valoración funcional estudia la adaptación funcional del organismo sometido a un esfuerzo físico determinado. Ello se realiza mediante diferentes **tests funcionales** o **pruebas de esfuerzo**. Entre los numerosos objetivos de la valoración funcional en deporte cabe destacar los expuestos en la tabla 2.1.

La valoración funcional del deportista debe poder evaluar la adaptación funcional del organismo al ejercicio si el gesto deportivo se reproduce de forma específica (**pruebas de laboratorio**) o si el registro se obtiene directamente en el campo deportivo (**pruebas de campo**).¹ En cardiología, las pruebas de esfuerzo tienen como objetivo la valoración de la capacidad funcional del paciente cardiópata, el estudio de la actividad eléctrica miocárdica y función cardiovascular en respuesta al ejercicio físico.^{2,3} La tabla 2.2 muestra las principales indicaciones.

En resumen, la valoración funcional tanto en cardiología como en medicina del deporte está basada en la realización de pruebas de esfuerzo con el objetivo de someter al organismo a un estrés fisi-

TABLA 2.1
Objetivos de la valoración funcional en medicina del deporte

Objetivos generales	1. Evaluar la adaptación y capacidad funcional del sistema cardiovascular y el respiratorio. 2. Determinación del nivel de fitness de base. 3. Estudio del perfil fisiológico.
Objetivos específicos	4. Valoración de un determinado programa de entrenamiento. 5. Detección de talentos. 6. Optimización y control del entrenamiento.

TABLA 2.2
Principales indicaciones de la prueba de esfuerzo en cardiología*

1. Confirmación diagnóstica de cardiopatía isquémica.
2. Evaluación de la capacidad funcional ante cardiopatías.
3. Valoración-pronóstico a corto plazo del infarto de miocardio.
4. Evaluación de programas de rehabilitación cardíaca.
5. Estudio del comportamiento de arritmias.
6. Valoración de la eficacia de fármacos cardioactivos.
7. Evaluación de pacientes asintomáticos mayores de cuarenta años con factores de riesgo coronario.
8. Valoración de la respuesta cardiovascular en diferentes cardiopatías.

* Serra Grima³

co-psíquico que facilite su control y permita cuantificarlo mediante la determinación de una serie de variables biológicas (frecuencia cardíaca, tensión arterial, consumo de oxígeno, lactacidemia) y parámetros mecánicos (trabajo, velocidad, revoluciones).

INTERÉS DE LA VALORACIÓN FUNCIONAL PREVIA A LA PRÁCTICA DEPORTIVA

El gran incremento que ha experimentado el número de deportistas recreacionales y el alto nivel de exigencia requerido en las sesiones de entrenamiento de ciertos deportes han supuesto una mayor demanda para el médico tanto para certificar la aptitud para la práctica deportiva como para realizar el seguimiento de ésta.

Actualmente, el deporte es practicado por una gran parte de la población. Muchos jóvenes, mujeres, gente de la tercera edad, incluso una gran parte de quienes padecen una importante limitación física y/o psíquica practican algún tipo de actividad física.

Los médicos de asistencia primaria y ocasionalmente los especialistas en cardiología son los que valoran la aptitud para la práctica deportiva. No obstante, la gran mayoría de ellos no han seguido una formación específica en medicina del deporte. La incorporación de esta nueva especialidad en centros de asistencia primaria podría cambiar esta situación.

Es un hecho destacable el que los médicos de asistencia primaria prescriben y aconsejan cada vez más ejercicio físico en programas de prevención primaria, secundaria y terciaria.⁴ Ello es especialmente cierto y frecuente ante cuadros de obesidad, HTA, cardiopatía isquémica, insuficiencia respiratoria, diabetes mellitus, dislipemias, osteoporosis e incluso ciertas neurosis. Por todo ello, es importante ofrecer una formación general al médico no especialista en medicina del deporte.

Si bien es necesario y deseable un control médico previo a la prescripción de ejercicio físico, no toda la población podrá realizarlo. Mucha gente no puede costear los gastos y, evidentemente, nuestra sanidad pública no contempla hoy en día su realización de forma preventiva y sistemática. Por otro lado, la prevención en grupos de población presumiblemente sanos no asegura la reducción del riesgo de padecer ciertas patologías derivadas de la práctica deportiva.⁵ No obstante, se recomienda un examen médico para todos los grupos de población que presenten mayor morbilidad.⁶ Éstos comprenden a hombres y mujeres mayores de cuarenta y cincuenta años respectivamente, grupos que presenten dos o más factores de riesgo cardiovascular (tabla 2.3) o sujetos que refieran clínica sugestiva de disfunción cardiorrespiratoria o metabólica (tabla 2.4).

TABLA 2.3
Factores primarios de riesgo coronario*

1. TAS > 160 mm Hg; o TAD > 90 mm Hg; con o sin medicación antihipertensiva.
2. Colesterol total > 240 mg.dl⁻¹.
3. Tabaquismo.
4. Diabetes mellitus.
5. Historia de cardiopatía isquémica en familiares < 55 años.

TAS: tensión arterial sistólica; TAD: tensión arterial diastólica.

* De American College of Sports Medicine (1991)

TABLA 2.4
Clínica sugestiva de disfunción cardiopulmonar o metabólica*

1. Dolor o sensación de malestar en el tórax.
2. Dificultad respiratoria durante ejercicios de intensidad moderada o baja.
3. Mareo o síncope.
4. Ortopnea o disnea paroxística nocturna.
5. Edemas distales.
6. Palpitaciones o taquicardia.
7. Claudicación periférica.
8. Hallazgos auscultatorios torácicos.

* De American College of Sports Medicine (1991)

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

Una valoración médica previa a la prescripción de ejercicio físico es importante y deseable, pese a que su realización no sea un requisito imprescindible.

Dado que el ejercicio físico tiene un riesgo potencial muy variado (lesiones musculares, tendinosas y óseas; disfunciones endocrinas, alteraciones por calor y accidentes cardiovasculares), para minimizar al máximo dichos riesgos y poder disfrutar de cualquier actividad deportiva con garantía de salud, nosotros aconsejamos:⁷

Un **control médico-deportivo** que incluya una valoración funcional y cardiológica que permita realizar un buen cribaje de la población de riesgo, así como cuantificar el nivel de fitness de base.

Un **seguimiento de un programa progresivo de ejercicio físico** atendiendo a los principios básicos del entrenamiento.

Prescribir una serie de **normas higiénico-dietéticas**.

PROTOCOLOS SEGÚN NIVELES DE ACTUACIÓN

En el momento en que una persona entra en contacto con un programa deportivo o desea realizar una actividad física requerirá no sólo una valoración funcional y cardiológica, sino también una revisión médica básica. Ésta debe incluir una anamnesis, exploración física completa, espirometría, electrocardiograma (ECG) y prueba de esfuerzo. Estas exploraciones tienen como objetivo el detectar anomalías que puedan ser candidatas de aconsejar o desaconsejar un determinado deporte o actividad física y permitan establecer unos puntos de referencia para valorar posteriormente la evolución físico-psíquica del deportista o del paciente.

Este protocolo básico es común en centros de medicina del deporte y en ciertos departamentos de cardiología. Sin embargo, dichas exploraciones no permiten descartar todas las cardiopatías or-

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

Protocolo básico de una revisión médico-deportiva:

- Anamnesis dirigida.
- Exploración física.
- ECG y espirometría.
- Análisis sanguíneo básico.
- Prueba de esfuerzo con monitorización de ECG y TA.

gánicas con un riesgo potencial de sufrir un accidente cardiovascular durante la práctica deportiva. Por ello y en un afán de racionalizar las exploraciones complementarias, el estudio cardiológico se ha dividido en tres niveles de actuación² (tabla 2.5). Con el primer nivel de valoración cardiológica se consigue asegurar, con alta probabilidad, la ausencia de cardiopatía.

Es importante la obtención de un ECG durante la prueba de esfuerzo, dado que permite detectar un número significativo de población adulta con anomalías no presentes en el ECG de reposo. Estas alteraciones con frecuencia son indicativas de enfermedad coronaria.

La presencia de signos dudosos aconseja solicitar estudios más sofisticados (nivel dos) en los que con ciertas técnicas como la ecocardiografía (fig. 2.1) pueden detectarse hipertrofias, crecimientos de cavidades, disfunciones y/o alteraciones estructurales valvulares y alteraciones de la contractilidad miocárdica, e incluso permite el estudio de los flujos y volúmenes sanguíneos intracardíacos (eco-Doppler). En ocasiones, la ecografía orienta ya al diagnóstico entre hipertrofia fisiológica inducida por entrenamiento físico e hipertrofia patológica, esta última asociada con numerosos casos de muerte súbita. El registro ECG de Holter de 24 h permite detectar y valorar todo tipo de arritmias. Es especialmente interesante disponer de dicho registro du-

TABLA 2.5
Niveles de actuación en valoración cardiológica

PRIMER NIVEL	SEGUNDO NIVEL	TERCER NIVEL
• Anamnesis dirigida. • Auscultación. • ECG. • Análisis de sangre. • Rx de tórax*. • Prueba de esfuerzo con monitorización de ECG y TA.	• Ecocardiografía. • Electrocardiografía de Holter.	• Gammagrafía. • Electrofisiología intracavitaria.

* Según casos especiales

rante períodos como el sueño y el entrenamiento, en deportistas que refieran síntomas cardiovasculares o en aquellos en que se haya detectado frecuencias cardíacas (FC) extremadamente bajas en reposo. Este tipo de exploraciones requiere un utillaje avanzado y personal especializado, por lo que este nivel de valoración cardiológica solamente puede realizarse en centros de referencia.

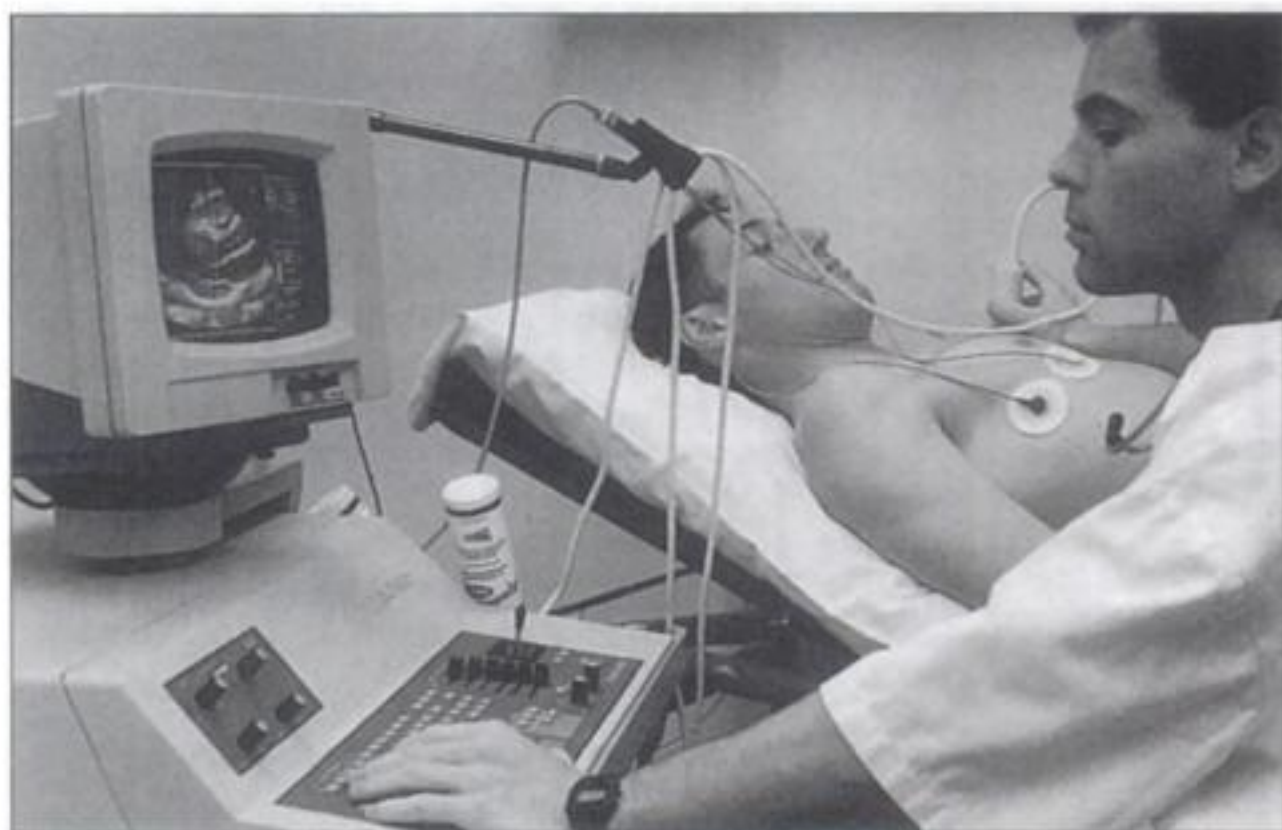


Figura 2.1. Estudio ecocardiográfico de un deportista de elite (CEARE).

Por último, el tercer nivel de valoración cardiológica comprende estudios muy específicos de realización exclusiva en centros hospitalarios. Dichos estudios permiten definir con mayor grado de especificidad el límite de la hipertrofia miocárdica inducida por entrenamiento, así como el origen y la gravedad de ciertas arritmias o la delimitación precisa de territorios isquémicos.

Existe cierta experiencia en la realización de eco-Doppler de esfuerzo. No obstante, esta técnica no ha sido desarrollada suficientemente debido a las dificultades que presenta la obtención de imágenes durante el momento de máximo esfuerzo. De la misma forma como ocurre con la ventriculografía isotópica de esfuerzo, el estudio se efectúa a un nivel submáximo o durante el período de recuperación

inmediato. En esos momentos el ritmo respiratorio permite disponer de una mínima ventana ecogénica transtorácica, hecho especialmente cierto en los deportistas.

Sensibilidad, especificidad y valor predictivo de las pruebas de esfuerzo

Entendemos por **sensibilidad** la capacidad para identificar a las personas que padecen enfermedad. Por ejemplo, en el caso de una prueba de esfuerzo los resultados serán considerados positivos para isquemia miocárdica cuando existan cambios en el ECG que sugieran la presencia de ésta. La **especificidad** hace referencia a la habilidad para identificar a las personas que no tienen la enfermedad en cuestión. **Valor predictivo** significa la probabilidad de que los resultados reflejen la presencia de la enfermedad.

Debemos recordar que el ECG de esfuerzo no es totalmente preciso. Así, sujetos con ECG normal durante el esfuerzo pueden tener alteraciones del flujo coronario y sujetos con cambios ECG sugestivos de isquemia presentan unas arterias coronarias totalmente normales.

Según estudios recientes, tanto la sensibilidad (50-80 %) como el valor predictivo de una prueba de esfuerzo en la detección de cardiopatía isquémica es relativamente baja (< 50 %) en población que no refiere síntomas. La especificidad ha estado calculada entre el 80 y el 90 %, lo que indica que entre el 10 y 20 % de la población puede ser incorrectamente identificada como enferma coronaria.

Si en principio no parece justificable la práctica de pruebas de esfuerzo en sujetos jóvenes sanos con el único objetivo de detectar posibles alteraciones cardiovasculares, sí es recomendable realizarla previamente a la prescripción de un programa de ejercicio físico en aquellos grupos poblacionales que presenten factores de riesgo cardiovascular. Todo ello es cierto incluso si el ejercicio físico deseado representa un nivel de intensidad moderado (40-60 % del consumo máximo de oxígeno o $\dot{V}O_2$ máx).

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

El grupo de población mayor de cuarenta años de edad, con o sin factores de riesgo coronario, debería someterse a un examen médico completo previamente al inicio de cualquier programa de actividad física.

BASES METODOLÓGICAS DE LA PRUEBA DE ESFUERZO

La práctica de una prueba de esfuerzo debe seguir unas normas metodológicas muy estrictas para poder obtener datos válidos. No debe olvidarse que el riesgo global de complicaciones es muy bajo en la población general (1 o 2 accidentes cardiovasculares graves por cada 10.000 pruebas). En el caso de pruebas realizadas en deportistas el riesgo es aún menor. Sin embargo, debe informarse previamente a la persona y a sus familiares de las ventajas y los riesgos de dicha exploración, así como de las normas que han de seguirse antes de la realización de ésta (tabla 2.6).

TABLA 2.6
Condiciones previas a una prueba de esfuerzo

1. No realizar actividad física exhaustiva durante las 24 h previas.
2. Abstenerse de tomar bebidas alcohólicas y estimulantes (café, té, colas, tónica, etc.), así como de fumar el mismo día de la exploración.
3. El desayuno o comida deben ser ligeros y espaciarse 2 o 3 h de la prueba.
4. En el caso de estar bajo tratamiento farmacológico, es necesario comunicarlo al equipo médico unos días antes.
5. En deportistas es aconsejable la familiarización con el utillaje (ergómetro, mascarilla).

¿Qué factores debemos considerar durante la monitorización?

Durante la realización de una valoración funcional es básico determinar y valorar ciertos factores ambientales, tales como temperatura, humedad, luz y ruidos, y en ocasiones la presión barométrica. Las variaciones de estos factores afectan significativamente la respuesta del organismo al esfuerzo físico, en especial el de nivel máximo o prolongado.

Deben tenerse también en cuenta los ciclos diurnos (ritmo circadiano) y la fase del ciclo menstrual. Es importante realizar las pruebas siempre en las mismas condiciones, sobre todo si el objetivo es comparar distintos períodos del entrenamiento (ver tabla 2.7).

TABLA 2.7

Requisitos imprescindibles para la realización de una prueba de esfuerzo

Factores estructurales	• Se requiere un mínimo de dos especialistas por prueba (médicos y personal de enfermería). • Una superficie mínima de 10 m² permite trabajar con comodidad y disponer del espacio necesario para efectuar las maniobras de reanimación. • Equipo completo de reanimación cardiopulmonar y fármacos de soporte necesarios para ello o cualquier otro evento que pueda ocurrir.
Factores ambientales	• Temperatura entre 20 y 23 °C. • Humedad relativa entre 45 y 65 %. • Ruido ambiental mínimo. • Altitud máxima de 1.500 m sobre el nivel del mar. • Buena aireación y correcta refrigeración durante las estaciones de calor.
Otros factores	• Haber comido tres horas antes. • Misma hora del día. • Misma fase del ciclo menstrual. • Ropa cómoda.

TABLA 2.8

Criterios de finalización de una prueba de esfuerzo

Por parte del paciente/deportista	Por parte del médico
• Agotamiento. • Disnea. • Mareo. • Dolor torácico. • Claudicación periférica. • Falta de motivación.	• Alteraciones del ECG, en especial signos de isquemia, trastornos del ritmo, aparición de bloqueos de la conducción. • Descenso de la TAS. • Taquipnea. • Palidez, frío o cianosis. • TAS $\geq$ 230 mm Hg • TAD $\geq$ 120 mm Hg

Para no extendernos en las implicaciones metodológicas de las pruebas de esfuerzo, ampliamente descrito en las lecturas recomendadas expuestas al final del capítulo, la tabla 2.8 muestra los motivos de finalización de una prueba de esfuerzo y la tabla 2.9 las contraindicaciones para su realización.

TABLA 2.9
Contraindicaciones para la realización de una prueba de esfuerzo

ABSOLUTAS	RELATIVAS
• Poca colaboración. • Enfermedad no filiada o controlada. • Infarto de miocardio en fase aguda. • Angina inestable. • Miocarditis o pericarditis recientes. • Arritmia cardíaca potencialmente grave. • Aneurisma disecante de aorta. • Estenosis aórtica grave. • Insuficiencia cardíaca descompensada. • Cor pulmonale. • Tromboflebitis grave. • Desequilibrio electrolítico (p.e., acidosis diabética). • Anemia intensa (Hb inferior a 9 g.dl⁻¹).	• Bloqueo A-V de segundo o tercer grados. • HTA (HTAS > 200 mm Hg y/o HTAD > 110 mm Hg). • Estenosis aórtica moderada. • Anemia. • Marcapasos artificial a frecuencia fija.

MATERIAL EMPLEADO EN LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE ESFUERZO

Uso de ergómetros

Los ergómetros son instrumentos específicos de valoración funcional, basados en el principio de simular el gesto biomecánico más específico de la actividad física habitualmente realizada. Son aparatos que permiten medir el esfuerzo en unidades de potencia (vatios), ve-

locidad (km.h^{-1}) o trabajo (julios). Si bien no existen ergómetros que reproduzcan todas las especialidades deportivas, en la mayoría de las ocasiones los ergómetros más utilizados permiten el estudio de la reserva funcional de cualquier persona.

Cicloergómetros

Han sido los ergómetros más utilizados. Normalmente están basados en la resistencia que desarrollan por fricción mecánica, eléctrica, por aire o por fluido hidráulico. Las **ventajas** que presentan respecto a otros ergómetros son el fácil control tanto por parte del deportista como del paciente; el peso no representa un obstáculo importante en caso de traslado; manejabilidad en la toma de TA y obtención de muestras de sangre. Los **inconvenientes** son la mayor facilidad de alcanzar fatiga periférica sin haber desarrollado toda la capacidad funcional y la menor utilización de masa muscular que en otros ergómetros.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

Los cicloergómetros permiten una mejor toma de TA y muestras de sangre debido a que el cuerpo permanece relativamente estable. También presentan una menor influencia ante las variaciones del peso corporal.

Cintas ergométricas

Son los ergómetros actualmente más utilizados tanto en laboratorios de fisiología del ejercicio como en departamentos de pruebas de esfuerzo clínicas. Entre las **ventajas** que ofrece cabe destacar el que reproduce actividades naturales del ser humano como caminar o correr, por lo que son aplicables a prácticamente todos los grupos de población. Los **inconvenientes** son el coste elevado, consumo de alto

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

Las cintas ergométricas producen generalmente valores más altos en las variables fisiológicas de ventilación, frecuencia cardíaca y consumo de oxígeno.

amperaje, difícil transporte por su gran peso y dificultad en la medición de la TA, en especial la TAD, así como en la obtención de muestras de sangre.

Otros ergómetros

Otros ergómetros han sido diseñados para poder valorar a los deportistas con la consecución de su gesto deportivo. Así, existe el ergómetro de piragua, que consiste en la modificación del ergómetro de doble manivela que emplea un cicloergómetro corriente como instrumento básico. Pueden utilizarse para la valoración específica de piragüistas. El remoergómetro, donde la colocación del deportista y su biomecánica reproducen exactamente a un bote de remo. El ergómetro para natación, sencillo y económico y con el cual es posible efectuar pruebas de esfuerzo en una piscina. Las piscinas ergométricas, algo más sofisticadas, en las que una corriente de agua dirigida en una misma dirección y sentido persigue el mismo objetivo que las cintas ergométricas. Para valoración funcional de ciertas paraplejas existen los cicloergómetros de acción manual.

Electrocardiógrafos y osciloscopios

Son aparatos fundamentales para el estudio del comportamiento de la FC y la actividad eléctrica miocárdica (ECG) durante el reposo y el esfuerzo físico. Deben utilizarse los de 12 derivaciones en aquellos sujetos que presenten factores de riesgo cardiovascular, cardiopatías o en pruebas diagnósticas. En medicina del deporte suelen utilizarse los registros ECG de una sola derivación precordial (CM5), así como los pulsómetros o cardiotacómetros, los cuales permiten un registro continuo de la FC, parámetro muy útil en el control y seguimiento de la adaptación al entrenamiento del deportista. La información puede quedar almacenada en memoria graficándose y comparándose posteriormente con anteriores registros del mismo deportista.

Ergoespirómetros

El estudio de la función cardiopulmonar es fundamental en la valoración funcional tanto en deportistas de alto nivel como en pacientes afectados por algún tipo de cardiopatía y/o neumopatía. Los métodos indirectos de valoración funcional en los que la potencia aeróbica máxima se calcula con tablas de referencia (en cinta ergométri-

ca o cicloergómetro) son válidos, pero tienen, generalmente, un margen de error más amplio.⁸

Los ergoespirómetros habitualmente utilizados son de circuito abierto y permiten obtener información de la función pulmonar y del intercambio gaseoso durante el ejercicio físico. Los distintos parámetros son obtenidos mediante instrumentos de medida como neumotacógrafos y analizadores de gases.

Existen en el mercado diferentes modelos cuyos sistemas de valoración están debidamente homologados. La calibración antes de cada prueba o, en su defecto, la comprobación del ajuste del sistema son procedimientos necesarios para eliminar posibles errores en la determinación de los distintos parámetros ventilatorios.

Técnica más utilizada

Determinación de volúmenes y flujos aéreos

- Neumotacógrafo estático tipo Hans Rudolph. Conexión entre el sistema analizador y mascarilla mediante un tubo de flujo aéreo.
- Neumotacógrafo “de un solo uso”. Conexión directa a la mascarilla mediante un pequeño tubo capilar.⁹
- Cualquier otro neumotacógrafo debe estar validado¹⁰.

Análisis del intercambio gaseoso pulmonar

Cada vez son más frecuentes los sistemas de análisis instantáneo tipo “respiración a respiración”. Estos utilizan células de circonio u otras similares para el análisis del oxígeno (O_2) y doble cámara de infrarrojos para el anhídrido carbónico (CO_2). Estos sistemas han estado ampliamente probados y validados, proporcionando una mayor precisión y velocidad de respuesta.¹¹ En estos sistemas de última generación la medida del $\dot{V}O_2$ y la producción de anhídrido carbónico ($\dot{V}CO_2$) exigen un flujo respiratorio simultáneo con las correspondientes concentraciones de ambos gases.

Analizadores del lactato sanguíneo

Ampliamente utilizados en medicina del deporte durante el último decenio, debido a que muchos modelos permiten analizar con gran exactitud lactacidemias a partir de muestras de sangre muy pequeñas

(micrométodo) generalmente obtenidas del lóbulo de la oreja o del pulpejo del dedo. Utilizan un instrumental ligero, fácilmente transportable y muy práctico en pruebas de campo. La utilidad de las lactacidemias en la prueba de esfuerzo en pacientes con cardiopatía se justifica por la dificultad para determinar los umbrales de transición del metabolismo aeróbico-anaeróbico por el método ventilatorio, sintomatología dudosa de limitación al esfuerzo y, en ocasiones, el bajo nivel de esfuerzo a que se elige. La correlación entre parámetros ventilatorios y lactato permitiría resolver alguno de estos problemas en la prescripción de ejercicio incluso a pacientes con insuficiencia cardíaca (ver capítulo 6). En estos casos es necesario precisar el nivel de esfuerzo permitido para evitar el metabolismo claramente anaeróbico.

PARÁMETROS MECÁNICOS, ERGOESPIROMÉTRICOS Y SANGUÍNEOS MÁS UTILIZADOS EN LA VALORACIÓN FUNCIONAL

Parámetros mecánicos o de trabajo físico

Según el ergómetro utilizado se puede determinar la cantidad de trabajo físico realizado y expresarlo en diversas unidades de medida ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$, vatios, rpm). La medida de la potencia mecánica no deja de ser una estimación indirecta de las cualidades metabólicas y contráctiles de los grupos musculares implicados.

Frecuencia cardíaca, tensión arterial y ECG

La FC y la TA son los dos parámetros que delimitan la respuesta cardiovascular al ejercicio. El registro de ECG durante todo el procedimiento (reposo, ejercicio y recuperación) permite conocer las modificaciones de la actividad eléctrica cardíaca.

Parámetros ergoespirométricos

- **Consumo máximo de oxígeno ($\dot{V}\text{O}_2\text{máx}$).** Mide la capacidad del cuerpo para transportar el oxígeno desde el medio exterior a los músculos. Indica el nivel máximo posible de captación de oxígeno por el organismo y, por lo tanto, representa uno de los factores determinantes del rendimiento físico. Un entrenamiento especialmente dirigido puede incrementar esa captación máxima hasta un 30 %. No obstante, ese valor máximo vendrá determinado individualmente por el límite del rendimiento cardiovascu-

lar, o sea, por la $FC_{\text{máx}}$ y el volumen de sangre expulsado por latido, así como por la eficacia de extracción tisular del oxígeno. Por consiguiente, el consumo de oxígeno se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$\dot{V}O_2 = [V_{\text{sistólico}} \times FC] \times \text{diferencia AV de } O_2$$

Dicho parámetro generalmente se expresa en relación con el peso total del sujeto ($\dot{V}O_2$, $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$), indicando la **potencia aeróbica** de éste. Su valor es muy práctico cuando se evalúa a individuos para deportes condicionados por el peso corporal.

En deportistas participantes en carreras de larga duración el valor del $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ puede doblar al que presenta la media de adultos jóvenes sanos. El $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ es un 15-20 % inferior en las mujeres. Es uno de los parámetros fisiológicos que mayormente se ven afectados por la altitud.¹² Ello está determinado por la disminución ambiental de oxígeno y por la reducción de la $FC_{\text{máx}}$ que se produce en altas cotas, de forma que sólo a 2.000 m experimenta un descenso del 8-10 % respecto al nivel del mar.¹³

- **Ventilación pulmonar ($\dot{V}E$, L.min^{-1}) y frecuencia respiratoria (Fr).** Son indicadores de la magnitud de respuesta de la función pulmonar. Los pulmones de un deportista de alto nivel pueden llegar a movilizar hasta 200 litros de aire por minuto.
- **Producción de CO_2 ($\dot{V}CO_2$, ml.min^{-1}).** Se utiliza como parámetro indicador de la participación de la glucólisis anaeróbica y de la cantidad de ácido láctico muscular. Su cinética es útil para determinar el umbral ventilatorio en la transición metabólica aeróbico-anaeróbica.
- **Equivalente respiratorio de oxígeno ($\dot{V}E \times \dot{V}O_2$).** Es la relación existente entre la ventilación pulmonar y el consumo de oxígeno. Es un parámetro que indica la eficiencia del sistema respiratorio y por tanto la economía metabólica de la función pulmonar. Indirectamente traduce una relación entre ventilación y perfusión alveolar (VA/Q); por consiguiente, implica también a la función cardíaca. Normalmente, durante las fases iniciales de un esfuerzo físico decrece hasta estabilizarse, aumentando progresivamente a medida que se intensifica el nivel de esfuerzo físico.
- **Pulso de oxígeno ($\dot{V}O_2 \times FC^{-1}$, ml.lat^{-1}).** Representa el volumen de oxígeno expulsado por cada latido cardíaco. Es un parámetro indicativo de la extracción periférica de oxígeno y de la eficiencia del sistema cardiovascular.

- **Cociente respiratorio ($R, CO_2 \times O_2^{-1}$).** Es un índice de relación entre el metabolismo aeróbico y anaeróbico. Cuando su valor supera a la unidad indica una participación predominante de las vías energéticas anaeróbicas lácticas.
- **MET (Metabolic Equivalent Time).** Es la unidad del gasto energético en situación basal y equivale a $3,5 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ de $\dot{V}O_2$.

TABLA 2.10
Valores máximos (media $\pm$ desviación estándar) de distintos parámetros ergoespirométricos en deportistas jóvenes y atletas de elite (datos obtenidos en diferentes muestras de deportistas en el laboratorio de esfuerzo del CEARE)

	DEPORTISTAS JÓVENES	DEPORTISTAS DE ELITE
$\dot{V}O_2$ (ml.min ⁻¹)	3.500 $\pm$ 500	4.000 $\pm$ 400
$\dot{V}O_2$ (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	51,5 $\pm$ 7	70 $\pm$ 4
$\dot{V}CO_2$ (ml.min ⁻¹)	4.300 $\pm$ 350	4.800 $\pm$ 500
$\dot{V}E$ (L.min ⁻¹)	120 $\pm$ 10	160 $\pm$ 20
FR (min ⁻¹)	45 $\pm$ 5	48 $\pm$ 10
FC (min ⁻¹)	190 $\pm$ 10	196 $\pm$ 6
$\dot{V}O_2/FC$ (ml.lat ⁻¹)	19,5 $\pm$ 0,9	21 $\pm$ 0,6
R	1,2 $\pm$ 0,1	1,2 $\pm$ 0,1
METs	14 $\pm$ 4	20 $\pm$ 2

Parámetros sanguíneos

- **Lactacidemia [mmol.L⁻¹].** Es la concentración sanguínea de lactato y representa el parámetro que indica más directamente la función metabólica anaeróbica. Suele medirse en sangre capilar arterIALIZADA (lóbulo de la oreja o pulpejo del dedo) mediante una microextracción. Su valor representa el resultado del equilibrio entre la producción/aclaramiento del ácido láctico tamponado en forma de sal sódica por el bicarbonato renal. Su tasa aumenta de forma logarítmica y directamente proporcional a la disminución de la concentración de oxígeno tisular (hipoxia). No obstante, los grandes incrementos sanguíneos se producen durante la movilización

de grandes masas musculares en esfuerzos físicos intensos. La rapidez de aclaramiento o lavado sanguíneo de este catabolito o producto final de la glucólisis anaeróbica dependerá de la capacidad oxidativa del organismo (metabolismo aeróbico).

Actualmente, es común su uso en medicina deportiva, estando poco difundida en cardiología. Pero la determinación de lactacidemias ajustaría mejor la elección de cargas óptimas de acondicionamiento físico en cardíopatas y ayudaría a evaluar la eficacia de los programas de entrenamiento físico propuestos en los departamentos de rehabilitación cardíaca. Para ello deberían realizarse protocolos de esfuerzo progresivos con períodos mínimos de 3 min por etapa, dejando un pequeño intervalo para la extracción sanguínea.

La figura 2.2 muestra la curva de la cinética de la concentración de lactato en muestras sanguíneas obtenidas en deportistas durante pruebas de esfuerzo de intensidad progresiva. En línea discontinua los niveles correspondientes a concentraciones de 2 y 4 mmol.L⁻¹.

Umbral anaeróbico

El concepto "umbral anaeróbico" fue definido por Wasserman en 1973¹⁴ como el nivel de intensidad de trabajo físico por debajo del cual se inicia la acidosis metabólica y los cambios respiratorios derivados de ello. Su determinación puede realizarse mediante el análisis de ciertos parámetros obtenidos durante una prueba de esfuerzo:

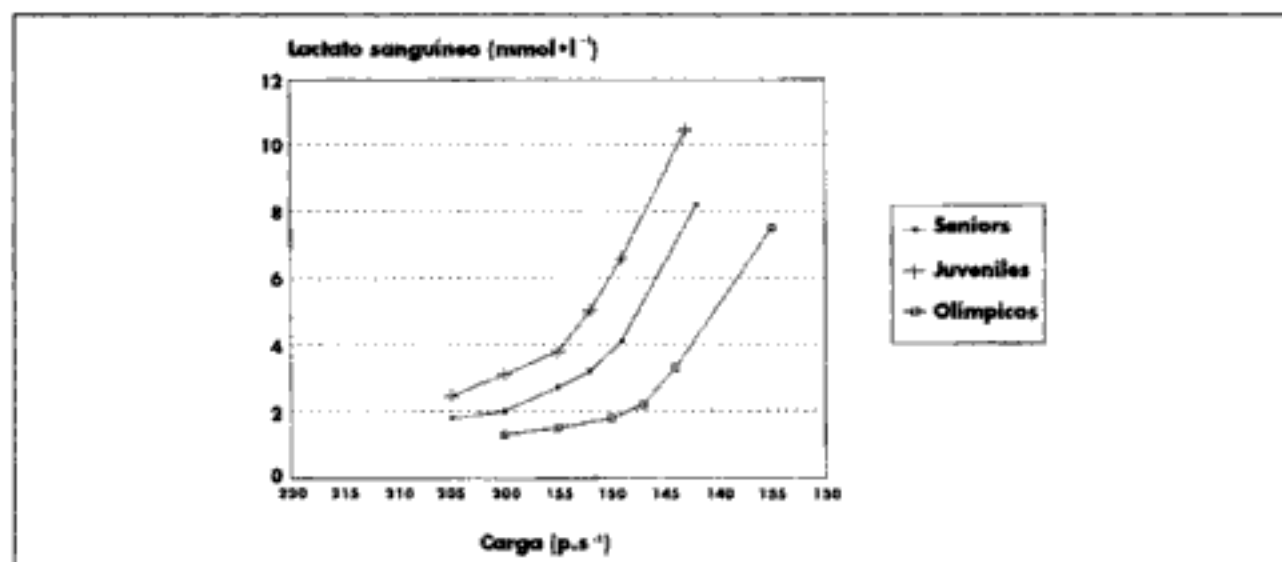


Figura 2.2. Curva de la cinética de la concentración de lactato durante pruebas de esfuerzo

TABLA 2.11

Tipo de metabolismo predominantemente utilizado según la concentración de lactato sanguíneo y los modelos de entrenamiento más idóneos para mejorarlo

Lactato (mmol.L ⁻¹)	Tipo de trabajo	Tipo de entrenamiento
2-4	Aeróbico extensivo	Carreras de larga duración y baja intensidad
4-6	Aeróbico intensivo	Circuitos o Farlecks
6-12	Anaeróbico extensivo	Series de intensidad elevada a intervalos

- Por los cambios producidos en la ventilación e intercambio gaseoso. Incremento desproporcionado de la ventilación pulmonar respecto al consumo de oxígeno (umbral ventilatorio).
- Por el comportamiento de la cinética del lactato sanguíneo, el cual empieza a acumularse a partir de un umbral determinado (umbral metabólico).
- Por cambios en la FC respecto a la velocidad de carrera (velocidad de deflexión).

Los métodos más exactos para la determinación del umbral anaeróbico ventilatorio son los siguientes:

- Analizando el equivalente respiratorio del oxígeno y del anhídrido carbónico espirado. Dicho punto corresponde al incremento del

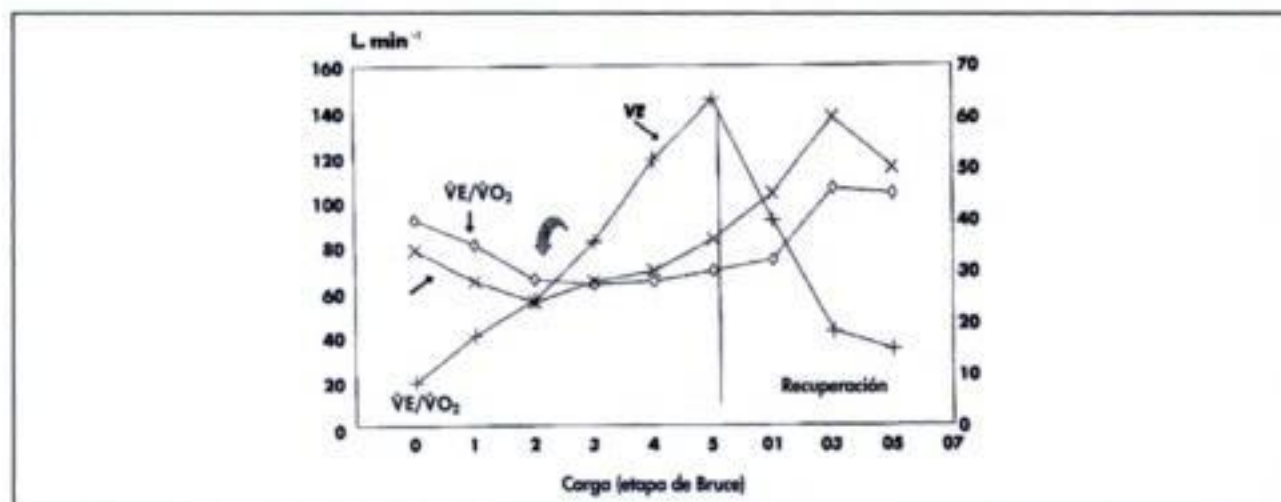


Figura 2.3. Diversos parámetros espirométricos ante un ejercicio progresivo. La flecha gruesa indica el umbral anaeróbico ventilatorio.



*Laboratorio de fisiología:
cicloergómetro y
anализador de gases*

*Laboratorio de fisiología:
Cinta ergométrica y
prueba específica*



*Prueba de campo:
obtención de muestras
sanguíneas para la
determinación del lactato*

$\dot{V}E/\dot{V}O_2$ respecto al $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$. En la figura 2.3 se muestra un ejemplo de dicho cálculo.

- Mediante la técnica de "V-slope", donde el $\dot{V}CO_2$ se representa gráficamente respecto al $\dot{V}O_2$, se detecta un incremento de la pendiente (slope). En la figura 2.4 se muestra un ejemplo de su cálculo.

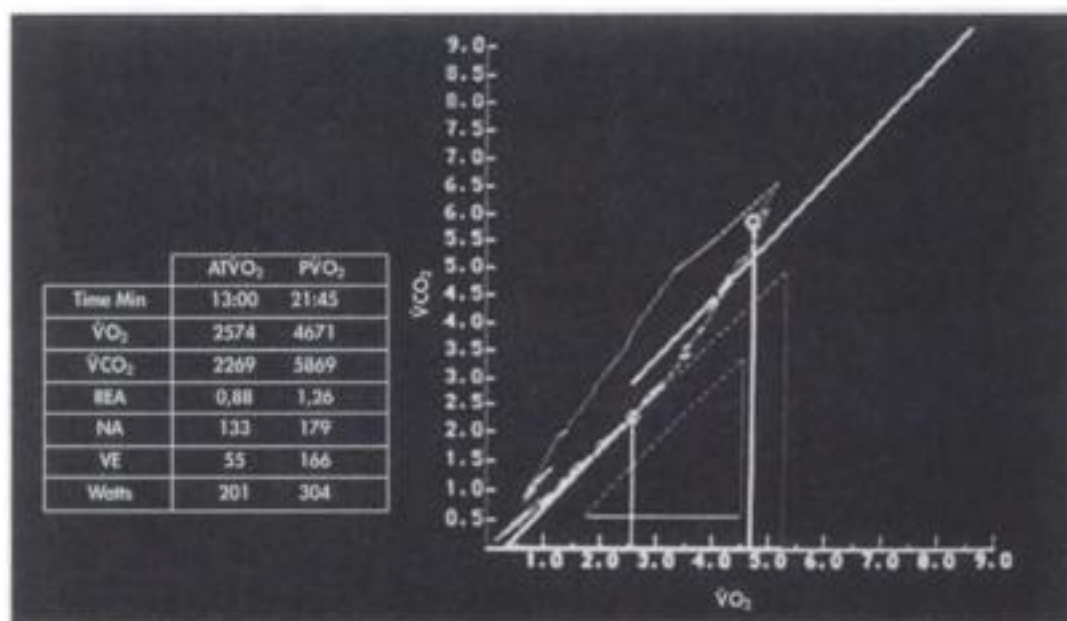


Figura 2.4.

El concepto más práctico de umbral anaeróbico metabólico es aquel que, a partir de dos concentraciones de lactato sanguíneo fijas a 2 y 4 mmol.L⁻¹, identificadas empíricamente como **umbral aeróbico** o de inicio de producción de ácido láctico y **umbral anaeróbico** o de inicio de acumulación de lactato sanguíneo (OBLA, del inglés *Onset of Blood Lactate Accumulation*) respectivamente, establece una comparación entre intensidad de ejercicio físico y respuesta cardiorrespiratoria. Su determinación tiene gran interés tanto en la evaluación del rendimiento energético de los deportistas como en el control y en la prescripción individualizada de cargas de entrenamiento físico.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

El umbral anaeróbico es un parámetro indicador de la resistencia aeróbica, muy útil para la elección de intensidades de entrenamiento.

PROTOCOLOS

Existen numerosos protocolos debido a las distintas combinaciones posibles de diseño (velocidad, revoluciones, pendiente, dura-

ción). Éstos siempre deben adecuarse a las características físicas individuales y/o deportivas del sujeto, y obtener la información más indicada en cada caso. Por consiguiente, se debe seleccionar aquella prueba que presente la mayor especificidad, sensibilidad y/o repetitividad. Son básicamente de dos tipos:

- **Pruebas triangulares:** Incrementos progresivos de la intensidad de carga con la finalidad de alcanzar el máximo nivel de consumo de oxígeno. Las pruebas de corta duración son utilizadas para el cálculo del $\dot{V}O_2$ máx, y las de mayor duración (tipo rampa de escalón corto) para el cálculo del umbral anaeróbico ventilatorio.
- **Pruebas rectangulares:** Cargas constantes durante un tiempo determinado. Dependiendo de su intensidad son útiles para el cálculo de la resistencia aeróbica o anaeróbica, así como para el estudio de la eficiencia mecánica y economía energética.

Protocolos para la valoración del nivel de fitness

Cicloergómetro

- Incrementos de 15-25 vatios por minuto (para valoraciones ergoespirométricas).
- Incrementos de 30-50 vatios cada 3 min (para la determinación de lactacidemias).

Normalmente se recomienda mantener un nivel de revoluciones constante durante toda la prueba de esfuerzo (entre 60 y 70 rpm), si bien en la valoración funcional de ciclistas, para simular al máximo su ritmo de esfuerzo, el número de revoluciones debe ser más alto (entre 70 y 100 rpm).

Cinta ergométrica

- Manteniendo una pendiente fija entre el 1 y 3 %.
- Incrementos de 1 a 2 km.h⁻¹ cada 1-2 min para aquellas pruebas en las que sea necesaria una valoración ergoespirométrica.
- Incrementos de 1 a 2 km.h⁻¹ cada 3-5 min para aquellas pruebas en las que sea necesaria una determinación seriada de lactacidemias.

Para la **determinación del $\dot{V}O_2$ máx** el protocolo más utilizado es aquel que no sobrepase un tiempo total de 12 minutos, y en el que cada etapa tiene una duración entre 1 y 3 minutos. Para la **determinación del umbral anaeróbico ventilatorio**, el protocolo ideal es aquel en que las etapas tienen una duración de 1 minuto. Para la **determinación del umbral anaeróbico metabólico**, el protocolo ideal es aquel en que cada etapa tiene una duración de entre 3 y 5 minutos.

Protocolos en valoración clínica

Se utilizan en cardiología y neumología con los siguientes objetivos:

- Confirmación diagnóstica y valoración de la gravedad de la cardiopatía isquémica.
- Establecimiento de los límites de la capacidad funcional y la eficacia terapéutica previa al alta hospitalaria de los pacientes con angina estable o angina de inicio reciente que permanecen asintomáticos con tratamiento farmacológico.
- Valoración de la capacidad de rendimiento físico en pacientes con infarto de miocardio que deseen reintegrarse a su actividad laboral habitual o realizar un programa de ejercicio regular.
- Orientación del pronóstico a corto plazo de los pacientes que han sufrido un infarto de miocardio, o se les ha practicado una revascularización quirúrgica mediante bypass aortocoronario, o hayan sido sometidos a una dilatación coronaria mediante angioplastia transluminal percutánea.
- Valoración del comportamiento de ciertas arritmias con el ejercicio físico.
- Evaluación de pacientes asintomáticos mayores de cuarenta años con factores de riesgo cardiovascular (tabaquismo, HTA, diabetes mellitus, dislipemias, obesidad, sedentarismo y/o estrés psíquico).
- Estudio de la hiperreactividad bronquial en sujetos que refieran síntomas sugestivos de asma inducida por ejercicio.

Los protocolos más utilizados son:

- **Protocolo de Bruce.**¹⁷ Diseñado para etapas de 3 minutos iniciándose a 1,7 mph al 0,5 o 10 % de pendiente, continuándose con incrementos del 2 % de pendiente y 0,8 mph por cada etapa.

- **Protocolo de Naughton.**¹⁸ Diseñado en 10 etapas de 3 minutos cada una y separadas por períodos de reposo de 3 minutos. El grado de inclinación y velocidad: 0 % a 1 mph; 0 % a 1,5 mph; 0 % a 2,5 mph; 3,5 % a 2 mph; 7 % a 2 mph; 5 % a 3 mph; 7,5 % a 3 mph; 10 % a 3 mph; 12,5 % a 3 mph, y finalmente 15 % a 3 mph.

Actualmente el protocolo de Bruce está considerado como el más adecuado para la valoración cardiológica de la población no deportista. El de Naughton se considera, sobre todo por su diseño, para la valoración funcional y cardiológica de niños, ancianos y pacientes con gran limitación funcional.

Cabe destacar que en cardiología no suele analizarse el intercambio gaseoso pulmonar ni el lactato sanguíneo; por consiguiente, se pierde información importante respecto a la respuesta respiratoria y metabólica de los pacientes.

PRUEBAS DE CAMPO

En algunos casos se intenta realizar una valoración funcional que reproduzca el gesto deportivo lo más específicamente posible. Pese a la sofisticación técnica del laboratorio, dicha especificidad biomecánica y ambiental en ocasiones es imposible conseguirla. Las pruebas de campo intentan buscar todo ello sobre el terreno, lugar donde el deportista realiza su actividad física habitual. Existen pruebas funcionales para el cálculo o estimación de la potencia aeróbica máxima de forma indirecta (Course Navette), o potencia anaeróbica aláctica (test de Margaria) o para la adaptación cardíaca en distintas intensidades de esfuerzo (test de Cooper). Todas ellas están basadas en tablas de referencia validadas y generalmente proporcionan datos bastante fiables. No obstante, la mayoría de deportes combinan en mayor o menor medida todas las vías energéticas, por lo que lo ideal sería obtener diversos parámetros funcionales durante el esfuerzo físico realizado *in situ*. Así, la FC obtenida por cardiotaquímetro o telemetría, la potencia aeróbica mediante analizadores de intercambio gaseoso pulmonar de tipo portátil o la determinación de lactacidemias ampliarán la información obtenida en el laboratorio. Cabe recalcar que la valoración funcional sobre el medio natural sólo será válida para aquellos deportes de competición que requieran

una biomecánica compleja o se realicen en condiciones ambientales especiales (deportes de equipo, esquí alpino, danza, esgrima, patinaje artístico, etc.). Las pruebas de campo podrían ser de gran utilidad en el deporte escolar y en general para cualquier actividad física no competitiva debido a su escaso coste, rapidez de realización e información proporcionada.

Si las pruebas de laboratorio suelen clasificarse según la cualidad energética sometida a estudio, las pruebas de campo quedan clasificadas según la técnica de medida llevada a cabo. Destacan los siguientes:

- **Pruebas para registro de la FC.** Existen diversas pruebas diseñadas para ese fin, pero la más conocida es la que se realiza en la pista de atletismo o en el velódromo, en la que se incrementan las cargas de forma exponencial bajo monitorización continua de la FC. La evolución de este parámetro en función de la velocidad permite detectar un **punto de flexión** que se ha correlacionado con el umbral anaeróbico.¹⁹
- **Pruebas para la determinación del lactato sanguíneo.** Muy utilizadas en natación, atletismo, ciclismo y remo. La más utilizada es la que permite el análisis de las lactacidemias durante el período de recuperación tras dos niveles de intensidad de ejercicio (85 y 100 % del $\dot{V}O_2\text{máx}$) para una distancia determinada. Con ello se obtiene un perfil de carga/lactato de gran utilidad en la valoración funcional y el control de entrenamiento para el deporte de competición.
- **Pruebas para la estimación de la potencia aeróbica máxima ($\dot{V}O_2\text{máx}$).** Como ya se ha comentado anteriormente, algunos protocolos permiten estimaciones indirectas fiables del consumo de oxígeno máximo. El más conocido es un protocolo con incremento progresivo de la velocidad de carrera, diseñado para ser efectuado en un pequeño espacio de la pista o campo.

Las pruebas de campo son las que presentan mayor especificidad. No obstante, tienen menor repetitividad que las realizadas en el laboratorio debido, entre otros motivos, la variabilidad de las condiciones ambientales. Si bien el cronómetro se muestra como el más exacto y real de los parámetros para valorar el rendimiento deportivo, la valoración funcional en el laboratorio ofrece la ventaja de poder descomponer alguno de los factores que condicionan el rendimiento físico, básicamente el metabolismo energético y la fuerza muscular.

En consecuencia, las pruebas de esfuerzo representan el pilar de la valoración funcional, siendo necesaria una implicación multidisciplinar más directa entre fisiólogos, cardiólogos, biomecánicos y psicólogos, que repercutirá, sin duda alguna, en el beneficio del paciente o el deportista.

AUTOEVALUACIÓN • AUTOEVALUACIÓN • AUTOEVALUACIÓN

- 1 ¿Qué se entiende por valoración funcional y cardiológica?
¿Por qué está recomendada su realización previamente al inicio de un programa de ejercicio físico?
- 2 ¿Cuáles son las principales características de los ergómetros?
- 3 ¿Cuándo no debe realizarse una prueba de esfuerzo?
- 4 ¿Qué indica la producción exagerada de lactato?
¿Qué interés tiene en la valoración funcional?
- 5 ¿Qué pruebas aplicaría a un paciente cardiópata?
- 6 ¿Cuáles son los principales factores de riesgo cardiovascular?
- 7 ¿Qué pruebas aplicaría a un ciclista que quisiera conocer su umbral anaeróbico metabólico?
- 8 ¿Qué parámetros ergoespirométricos utilizaría para la prescripción de ejercicio físico?
- 9 ¿Qué condiciones ambientales pueden afectar la respuesta fisiológica al ejercicio físico?
- 10 ¿Qué interés tiene la realización de una prueba de campo?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rodríguez, F.A. y Aragonés, M.T. (1992). "Valoración funcional de la capacidad de rendimiento físico". En: González J. (Ed.). *Fisiología de la Actividad Física y del Deporte*. Madrid: McGraw/Hill Interamericana. pp. 237-278.
2. Serra, J.R. (1992). "Valoración cardiológica en los atletas de alto nivel competitivo". *Jano*. 18. pp. 27-30.
3. Serra, J.R.; Subirana, M. y Bayés de Luna, A. "Recomendaciones para la práctica deportiva en pacientes con cardiopatía". En: Bayés de Luna, A.; Furlanello, F.; Maron, B.J. y Serra, J.R. (Eds.). (1994). *Cardiología Deportiva*. Barcelona: Mosby/Doyma. pp. 155-171.
4. Prat, T. y Garrido, E. (1993). "Programas de ejercicio físico en la promoción y mantenimiento de la salud". *Cardiovascular*. 14. pp. 322-329.
5. American College of Sports Medicine. (1991). *Guidelines for Exercise Testing and Prescription* (4th ed.) Filadelfia: Lea & Febiger.
6. Wilmore, J.H. y Costill, D. (1994). *Physiology of sports and exercise*. Champaign, IL: Human Kinetics. (En castellano: Fisiología del esfuerzo y del deporte, 5ª ed., 2004, Barcelona: Paidotribo)
7. Rodas, G. y Pradillos, E. (1995). "Riesgo y precauciones generales durante el período de acondicionamiento físico". *Aten Primaria*. 2. pp. 119-123.
8. Balios, R.; Calvo, M.; Estruch, A.; Galilea, B.; Garrido, E.; Javierre, C.; Montal, M.; Riera, J. y Rodas, G. (1992). "Control y seguimiento médico y psicológico del deportista de alto rendimiento". *Jano*. 18. pp. 489-495.
9. Porszasz, J.; Barstow, T.J. y Wasserman, K. (1994). "Evaluation of a symmetrically disposed Pitot tube flowmeter for measuring gas flow during exercise". *Eur J Appl Physiol*. 77. pp. 2659-2665.
10. Nelson, S.B.; Gardner, R.M.; Crapo, R.O. y Jensen, R.L. (1990). "Performance evaluation of contemporary spirometers". *Chest*. 97. pp. 288-297.
11. Weisman, M. y Zeballos, J. "Clinical exercise testing". En: Weisman, M. y Zeballos, J. (Eds.). (1994). *Clinics in Chest Medicine*. pp. 196-198.
12. Serra, J.R.; Martínez, J.; Elosua, R. y Garrido, E. "Adaptación cardiovascular en situaciones especiales". En: Bayés de Luna, A.; Furlanello, F.; Maron, B.J. y Serra, J.R. (Eds.). (1994). *Cardiología Deportiva*. Barcelona: Mosby/Doyma. pp. 106-118.
13. Garrido, E.; Rodas, G.; Estruch, A.; Capdevila, A.; Rodríguez, F.A. y Ventura, J.L. "Valoración funcional

- de alpinistas de la etnia Sherpa". En: Garaioa, X. (Ed.). (1994). *Medicina de Montaña*. Pamplona: Anaitasuna. pp. 90-97.
14. Wasserman, K.; Whipp, B.J.; Koyal, S.N. y Beaver, W.L. (1973). "Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise". *J Appl Physiol*. 35 (2). pp. 236-243.
 15. Wasserman, K. (1987). "Determinants and detection of anaerobic threshold and consequences of exercise above it". *Circulation*. 76 (6). pp 29-39.
 16. Beaver, W.L.; Wasserman, K. y Whipp, B.J. (1986). "A new method for detecting the anaerobic threshold by gas exchange". *J Appl Physiol*. 60. pp. 2020.
 17. Bruce, R.A. (1971). "Exercise testing of patients with coronary artery disease". *Ann Clin Res*. 3. pp. 323-332.
 18. Patterson, J.A.; Naughton, J.; Pietras, R.J. y Gumar, P.N. (1972). "Treadmill exercise in assessment of patients with cardiac disease". *Am J Cardiol*. 30. pp. 757-762.
 19. Conconi, F.; Ferrari, M.; Ziglio, P.G.; Droghetti, P. y Codeca, L. (1982). "Determination of the anaerobic threshold by a noninvasive field test in runners". *J Appl Physiol* 3. pp. 52-54.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Åstrand, P.O., y Rodhal, K. (1986). *Fisiología del Trabajo Físico*. Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Fox, E.L. (1988). *Fisiología del Deporte*. Buenos Aires: Médica Panamericana.
- McArdle, W.D.; Katch, F.I. y Katch, V.L. (1990). *Fisiología del Ejercicio, Energía, Nutrición y Rendimiento Humano*. Madrid: Alianza Editorial.
- Departament de Sanitat i Seguretat Social (Generalitat de Catalunya). (1994). *Guia per a la promoció de la salut per mitjà de l'activitat física*. Barcelona: Generalitat de Catalunya.
- González, J. (1992). *Fisiología de la Actividad Física y del Deporte*. Madrid: McGraw-Hill-Interamericana.
- Shephard, R.J. y Åstrand, P.O. (1992). *Endurance in Sport*. Oxford: Blackwell Scie Pub.
- Wasserman, K.; Hansen, J.; Sue, D.Y. y Whipp, B.J. (1987). *Principles of exercise testing and interpretation*. Filadelfia: Lea & Febiger.
- Zavala, D.C. (1985). *Manual on Exercise Testing. A Training Handbook*. Iowa: University of Iowa.

Orientaciones básicas para programas de ejercicio físico de ámbito no competitivo

Caritat Bagur Calafat

Centro de Tecnificación (Secretaría General del Deporte) – Barcelona

RESUMEN • RESUMEN • RESUMEN • RESUMEN

El diseño de programas de entrenamiento bajo una óptica no competitiva sino de mantenimiento y fomento de la salud requiere el conocimiento, por parte de quien lo lleva a cabo, de una serie de principios básicos sobre el entrenamiento en general y de las características fundamentales del grupo de población a quien va dirigido.

Palabras clave: Entrenamiento físico. Prescripción de ejercicio. Salud. Edad biológica.

INTRODUCCIÓN

El auge experimentado en los últimos años por el deporte de competición ha despertado el interés por este tipo de práctica, y ha llevado a concienciarse de los efectos beneficiosos de la actividad física a la mayoría de la población. Sería un error, sin embargo, querer ir más allá en este influjo positivo ejercido por el deporte de elite, intentando extrapolar la misma filosofía que rige el entrenamiento de quien busca el máximo rendimiento a quien realiza una práctica deportiva con un fin lúdico y de mejora o mantenimiento de la salud.

En los programas de ejercicio físico de ámbito no competitivo se pretende englobar toda práctica físico-deportiva en la que, sin buscar el máximo rendimiento en las cualidades trabajadas, se contribuya al fomento de hábitos de vida más saludables (como pueden ser los dietéticos o la disminución de los hábitos tóxicos) y se ayude en definitiva a la mejora de la salud.

La práctica deportiva bajo este objetivo no tiene límites de edad ni sexo; será necesario tan sólo adaptar el programa de entrenamiento a las características personales de cada individuo, para de esta forma, determinar la configuración final del plan de trabajo de las diferentes cualidades físicas.

PRINCIPIOS QUE RIGEN EL ENTRENAMIENTO^{1,2}

El entrenamiento para la mejora del nivel de fitness está sometido a las regularidades de los fenómenos de adaptación biológica. Para que se produzca dicha adaptación biológica se han de tener en cuenta los llamados **principios del entrenamiento**, que marcan las directrices generales que reflejan las regularidades de adaptación "en forma de axiomas de orientación práctica, exigencias y reglas de la actividad".

Mediante un cuidado seguimiento de los principios del entrenamiento se ordenan sistemáticamente los pasos y las fases de los procesos de adaptación del organismo al ejercicio físico, y se determinan las líneas directrices del método de entrenamiento en función de dicha adaptación.

Principios del entrenamiento

Principio de la eficacia del estímulo de la carga de entrenamiento

Se basa en el hecho de que el estímulo (carga o ejercicio de entrenamiento) ha de sobrepasar un umbral para que se produzca una mejora. Este umbral depende del nivel de entrenamiento del sujeto. De aquí la importancia de que los planes de trabajo sean lo más individualizados posible y adaptados a la persona a quien va dirigido el entrenamiento.

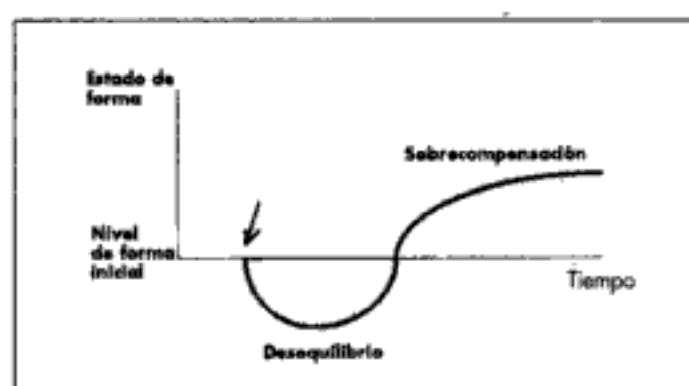


Figura 3.1. Principio de la eficacia del estímulo de la carga de entrenamiento

Si el estímulo de entrenamiento es eficiente, se produce un desequilibrio en el estado de forma del sujeto. Así, mientras dure el período de regeneración de la carga aplicada, el estado de forma del sujeto estará por debajo de su nivel basal debido al cansancio.

Una vez regenerado, se pasa a la siguiente fase de sobrecompensación en la que se experimenta la mejoría y, por tanto, en la que el nivel de forma del sujeto está por encima de su nivel basal.

Una vez regenerado, se pasa a la siguiente fase de sobrecompensación en la que se experimenta la mejoría y, por tanto, en la que el nivel de forma del sujeto está por encima de su nivel basal.

Principio de la carga creciente de entrenamiento

Este principio se basa en que el individuo se adapta a los estímulos externos de entrenamiento, de manera que si éstos no son superiores, llega un momento en que no se produce ninguna adaptación interna y, por tanto, mejora del nivel de fitness. El aumento de la carga de entrenamiento se realiza en función del volumen y de la intensidad:

$$\text{Carga} = \text{volumen} \times \text{intensidad}$$

Normalmente, la progresión de la carga se hace en función de uno u otro parámetro, siendo más aconsejable que el incremento sea, en un primer plazo, en función del volumen y posteriormente en función de la intensidad.

En el caso de los niños y personas mayores, el incremento de la carga tiene que ser especialmente gradual y progresivo, ya que se corre el riesgo de sobrecargar las posibilidades de las estructuras musculoesqueléticas. De cualquier modo, podemos considerar que un aumento lineal de la carga no se corresponde con un aumento lineal del rendimiento o adaptación del sujeto a la carga. Este punto justifica la necesidad de revisar y reorientar periódicamente las cargas de trabajo.

Principio de la carga continuada de entrenamiento

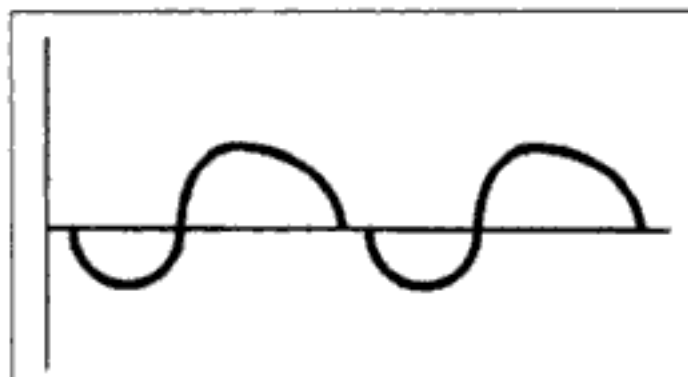


Figura 3.2. Muestra cómo la condición física del sujeto vuelve, prácticamente, a su nivel basal en el caso de pasar un tiempo después de la fase de sobrecompensación y no presentarse otro estímulo de entrenamiento.

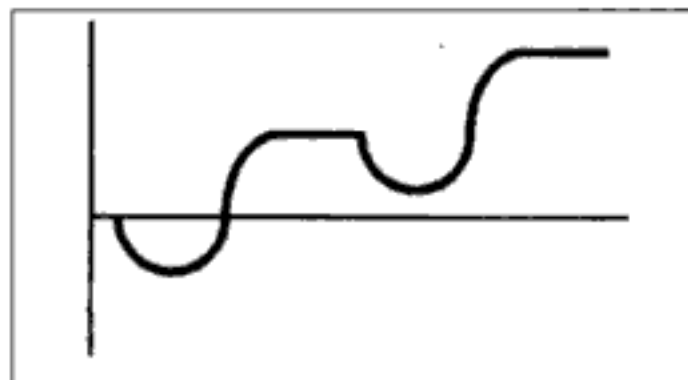


Figura 3.3. Muestra la sucesión ideal de los entrenamientos. Se presenta una nueva carga de trabajo cuando el individuo llega a la fase de sobrecompensación, es decir, cuando se ha regenerado de la carga anterior.

La expresión "carga continuada de entrenamiento" se toma en el sentido de una sucesión regular de los entrenamientos que lleva a una mejora continua. Conviene señalar en este punto la importancia que tiene la regularidad en el trabajo. La mejoría es más acusada y los efectos beneficiosos superiores si se reparte la carga semanal de entrenamiento en 3 o 4 sesiones. De esta manera se trabajan de forma más equilibrada las diferentes cualidades físicas frente al llamado "deporte de fin de semana" en el que después de toda la semana de inactividad, se dedica un considerable número de horas a un determinado y único deporte (tenis, *mountain bike*, etc.).

Si por alguna razón se tiene que interrumpir de forma prolongada la continuidad de los entrenamientos, se produce una disminución de la condición física y de los efectos beneficiosos derivados de ésta.

Principio de la relación óptima entre el esfuerzo y el descanso

Este principio incide en la necesidad de dejar una pausa de regeneración suficiente después de una carga de entrenamiento. Esta premisa es aplicable tanto a corto plazo (en una misma sesión, entre ejercicios o series de un ejercicio) como a largo plazo (por ejemplo, el curso escolar o temporada de competición).

El tiempo necesario para la regeneración de una carga de entrenamiento estará en función del carácter de la misma (cualidad física trabajada, volumen, intensidad, etc.) y del nivel de fitness del sujeto. En la medida en que el nivel de fitness del sujeto es más elevado las pausas de regeneración pueden ser más cortas. Si la carga de entre-

namiento no se recupera, el organismo podría entrar en un estado de **sobreentrenamiento**, circunstancia que no se tendría que dar en ningún caso y mucho menos al tratar de práctica físico-deportiva no competitiva.

Cuando, en la sucesión de cargas de entrenamiento, el siguiente estímulo se presenta en el momento en que el individuo todavía está en la fase de desequilibrio, se produce un nuevo desequilibrio superpuesto al anterior.

Si no se deja tiempo suficiente de regeneración entre cargas, se puede llegar a un estado de sobreentrenamiento en el que, a pesar de presentarse los estímulos de trabajo de forma continua, se produce una disminución incontrolada del rendimiento y, por tanto, de la condición física del sujeto.

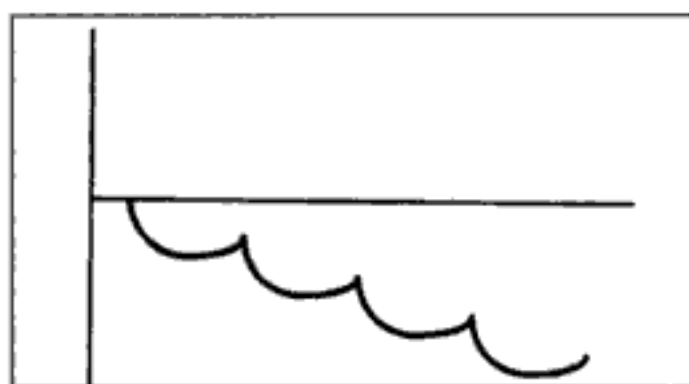


Figura 3.4. Estado de sobreentrenamiento por no regenerar las cargas de trabajo.

Principio de adaptación a la edad

La forma en que el individuo se adapta a la carga de entrenamiento depende de la edad biológica del mismo, factor que se suma a los anteriormente citados. En los programas de ejercicio físico dirigidos a la globalidad de la población será especialmente importante tener presente este punto, ya que nos encontraremos con un espectro de edades muy amplio y necesidades muy diversas.

Así, por ejemplo, se puede considerar que la infancia es una fase sensible del aprendizaje en la que estará especialmente indicado el desarrollo de cualidades de coordinación. Por contra, en la tercera edad, el objeto de la práctica física en este sentido estará más encaminado a evitar el retroceso de las cualidades coordinativas dentro de un marco de un acondicionamiento físico general.

Hay que tener en cuenta que los principios del entrenamiento son normas imprescindibles en el diseño de programas de entrenamiento deportivo de competición con el fin de obtener el mayor rendimiento y optimizar al máximo el trabajo realizado.

En los programas de ejercicio físico no competitivo estos principios no dejan de tener su protagonismo, ya que se trata de dar una coherencia al trabajo realizado y de que éste, sin ser máximo, sea lo más eficiente y provechoso posible para la persona practicante.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

Los principios del entrenamiento son normas a tener en cuenta en el diseño de cualquier programa de ejercicio físico.

EL ENTRENAMIENTO DE LAS CUALIDADES FÍSICAS FUERA DEL ÁMBITO DEL RENDIMIENTO DEPORTIVO

Para facilitar la sistematización del estudio de las cualidades físicas, cabe diferenciar entre las cualidades físicas básicas o condicionales (fuerza, resistencia, velocidad) y complementarias o facilitadoras (flexibilidad y coordinación).

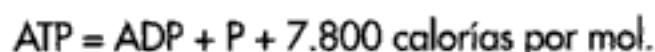
Las cualidades físicas básicas o condicionales son conocidas también como orgánico-funcionales, ya que dependen del trabajo de contracción muscular y de la energía necesaria para este trabajo; se basan, por tanto, en la eficiencia de los mecanismos energéticos. Las cualidades físicas complementarias o facilitadoras, lejos de considerarse en un segundo plano en relación con las anteriores, son las que posibilitan la preservación de la amplitud del movimiento y una mayor economía del gesto. Con un buen desarrollo de estas cualidades se obtiene una mayor economía gestual en el trabajo de las cualida-

des físicas básicas o condicionales y en las actividades de la vida diaria en general.

De lo expuesto hasta ahora se desprende que los factores limitantes de las cualidades físicas, principalmente en el caso de las condicionales, son:

- La disponibilidad de energía que hay en el músculo.
- Los mecanismos que regulan su suministro.

El único componente capaz de suministrar energía para la contracción muscular es el ATP (trifosfato de adenosina), que se hidroliza:



Vías de obtención del ATP³

1. Del ATP almacenado en el propio músculo que permite un esfuerzo de 1 a 4 s a intensidad máxima.
2. La fosfocreatina muscular, segunda vía más rápida de obtención de energía, que permite un esfuerzo entre 5-10 s/20 s, según el nivel de entrenamiento del sujeto.
3. Glucólisis:
 - **Anaeróbica:** La obtención de energía a partir de la glucosa se produce en ausencia de oxígeno. Por esta vía se produce un acúmulo de lactato en sangre. A través de ella obtenemos 2 ATP por cada mol de glucosa y permite un ejercicio de intensidad submáxima, que puede llegar a durar de 45 s a 2 min.
 - **Aeróbica:** Es una vía oxidativa en la que la producción de ATP se lleva a cabo en presencia de oxígeno. Por esta vía se obtienen 38 ATP por cada mol de glucosa; es, por tanto, una vía más efectiva que la anterior, pero la producción de ATP es más lenta. Esto se traduce en que el ejercicio que se realiza por esta vía es de más larga duración y de intensidad inferior.
4. Oxidación de los lípidos: es la vía más efectiva, ya que de un mol de glucosa se obtienen 138 ATP.

A efectos prácticos debe tenerse en cuenta que en el momento de realizar el ejercicio físico:

- Cada vía no actúa de forma aislada, sino que entran en funcionamiento de forma progresiva (escalonadamente).

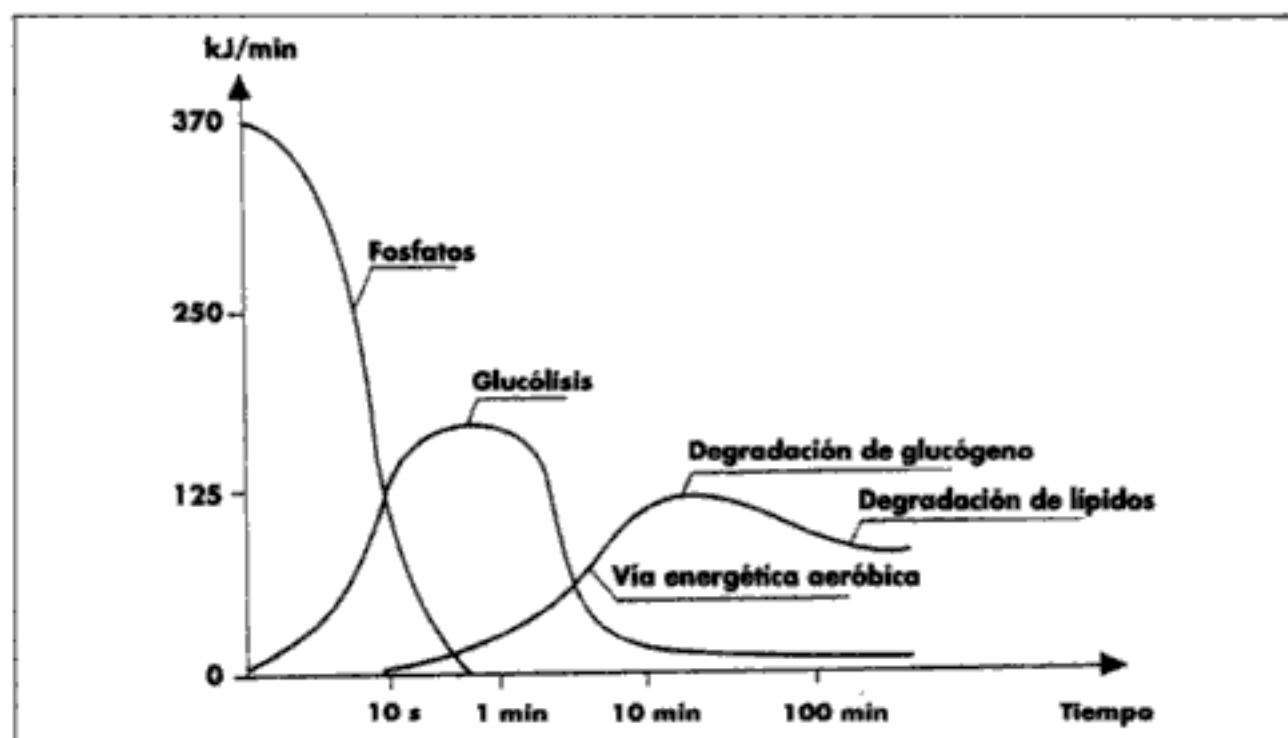


Figura 3.5. Posibilidades de suministro energético en cargas máximas y en función del tiempo (de Badtke, G. y col. [1987]. *Sportmedizinische Grundlagen der Körpererziehung und des sportlichen Trainings*. Leipzig).

- La utilización de cada vía supone una disminución de la intensidad, pero una mayor eficiencia en la producción de ATP sin agotamiento de la fuente, por tanto una mayor duración del trabajo.
- Como resultado de ello se desprende que, con el control de la intensidad y el volumen del trabajo, podemos regular la vía que interviene de forma principal.
- En un programa de ejercicio físico, sin ánimo de buscar el máximo rendimiento deportivo, resulta más recomendable realizar un entrenamiento que utilice las vías oxidativas con el objeto de mejorar el trabajo del sistema cardiocirculatorio y evitar los riesgos del acúmulo de lactato en sangre. Esta observación se hace más importante a medida que avanza la edad del practicante.

EL ENTRENAMIENTO DE LA RESISTENCIA

Se entiende por resistencia la capacidad física y psíquica de soportar el cansancio delante de esfuerzos relativamente largos y/o la capacidad de recuperación rápida después de finalizados. El margen dado al término resistencia es muy amplio por lo que se hace

necesario establecer una subdivisión a la hora de sistematizar el estudio de la resistencia. De esta forma, y según criterios metabólicos, se diferencia entre resistencia aeróbica y anaeróbica.

Resistencia anaeróbica

Es aquella en la que no se produce un aporte de oxígeno suficiente para la producción de energía. Los procesos metabólicos se hacen en ausencia de oxígeno. Por esta vía, la constante formación de ácido láctico provoca una "hiperacidez" en el músculo, hecho que puede llevar a la interrupción del trabajo.

La vía anaeróbica se pone en funcionamiento cuando la vía aeróbica no es suficiente para cubrir las elevadas exigencias de energía, o cuando se realiza un ejercicio de alta intensidad y corta duración. En uno y otro caso se busca el máximo rendimiento y eficiencia en la carrera, aspecto que sería esencial en ciertas disciplinas deportivas, pero que pierde su razón de ser al tratar de programas de entrenamiento para el mantenimiento y fomento de la salud.

Resistencia aeróbica

En los trabajos de resistencia aeróbica se dispone del oxígeno suficiente para la oxidación del glucógeno y de los ácidos grasos. Se trata, por tanto, de un trabajo de duración relativamente larga e intensidad inferior al realizado por la vía anaeróbica.

Dentro del ámbito del entrenamiento sin objetivo competitivo, el entrenamiento de la resistencia general (resistencia aeróbica con el fin de conseguir un uso más económico de la capacidad aeróbica existente e incluso mejora de un $\dot{V}O_2$ máx insuficiente hasta un nivel considerado normal; alrededor de $45\text{-}55 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$), se considera el tipo de entrenamiento más conveniente dados sus efectos beneficiosos sobre el estado del organismo en general y muy especialmente en el sistema cardiocirculatorio, sobre el que evita o retrasa los cambios degenerativos.

La exigencia de un programa de este tipo varía sensiblemente en función, sobre todo, del nivel de entrenamiento del individuo y, en segundo término, de la exigencia y disposición del individuo para este trabajo. De esta forma, y siguiendo el planteamiento hecho por

Fritz Zintl,⁴ se marcan diferencias entre programas de entrenamiento de la resistencia de base mínimo y óptimo.

Programas de entrenamiento de base mínimo

Ideal para principiantes o personas con un nivel de resistencia bajo.

- El tiempo total de entrenamiento de resistencia o carga semanal podría estar alrededor de 60 min.
- La intensidad de la carga sería de un 50 % de la capacidad cardiovascular máxima.
- La duración de la carga por sesión sería como mínimo de 10-12 min y como máximo de 30 min.
- La frecuencia del entrenamiento estaría entre 5 sesiones semanales (x 12 min) y 2 sesiones (x 30 min).

Cabe tener en cuenta que, para personas sedentarias, este programa puede resultar, incluso, demasiado exigente. Estas personas pueden obtener efectos beneficiosos con intensidades inferiores a las expuestas, aumentando el volumen del trabajo a 45 min o 1 h de paseo activo al día. Por otro lado, existe la posibilidad de ir fraccionando el tiempo total de trabajo con pausas de descanso activo (p.e., andar) con el objeto de reducir paulatinamente este tiempo de reposo en la medida que el nivel de entrenamiento del individuo vaya mejorando.

Las características de este programa se acomodan a las recomendaciones del American College of Sports Medicine en cuanto a cualidad del ejercicio para el desarrollo y mantenimiento de las funciones cardiorrespiratoria y muscular en adultos sanos.⁵

Programa de entrenamiento de base óptimo

Este programa está destinado a personas que han tenido una regularidad en el entrenamiento de la resistencia y, por tanto, poseen un estado de forma que les permite trabajar a un más alto nivel.

- La carga semanal podría oscilar entre 2 y 4 h.
- La intensidad del trabajo estaría en torno al 70 % de la capacidad cardiovascular máxima.

- La duración mínima de la carga por sesión sería de 30 min y máximo de 60 min.
- La frecuencia del entrenamiento entre 3 y 6 sesiones semanales.

Se recomienda regular la intensidad del trabajo. Un método sencillo es a través del control de la FC (pulso carotídeo o radial) durante 1 min para conocer, aproximadamente, en qué porcentaje de la capacidad cardiovascular máxima se está trabajando. Para ello se toma como referencia una de las fórmulas más aceptadas para la obtención de la FC_{máx} teórica:

$$(FC_{máx} = 220 - \text{edad}).$$

Sistemas de entrenamiento

En la puesta en práctica de estos programas de entrenamiento, disponemos de diferentes sistemas para el trabajo de la resistencia.

- **Continuos.** Se trata de un trabajo continuado que puede ser a velocidad constante, entonces hablaremos de sistema continuo armónico (p.e., carrera continua) o con cambios de ritmo, en cuyo caso hablaremos de sistema continuo variable (p.e., fartlek).
- **Interválicos.** Se trabaja por repeticiones y pausas de recuperación incompleta.
- **De repeticiones.** Se trabaja por repeticiones y pausas de recuperación completa.

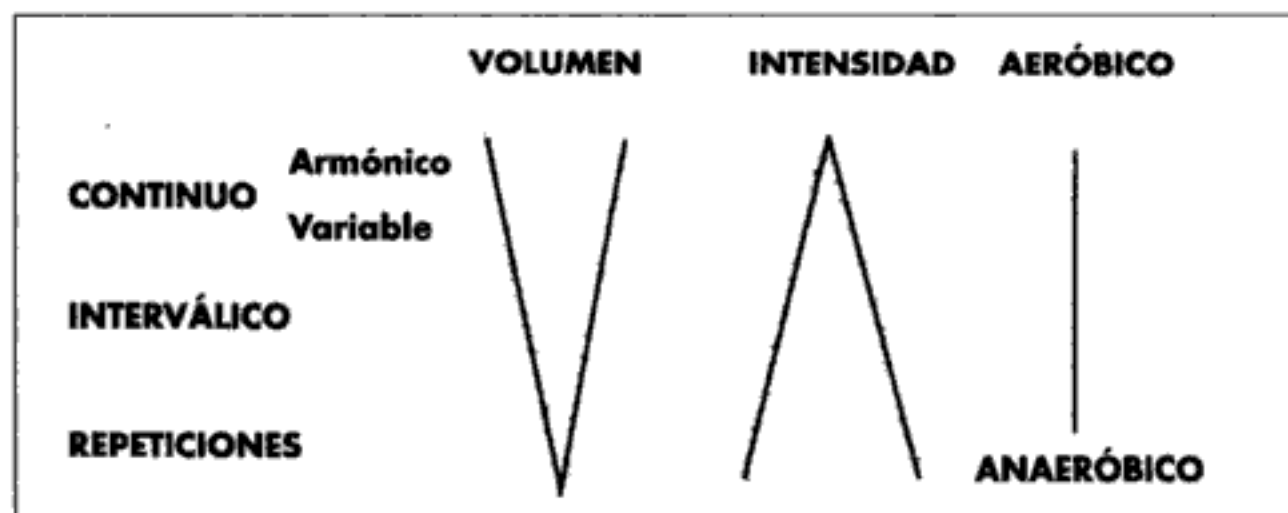


Figura 3.6. Sistemas de entrenamiento de la resistencia.

En la medida en que aumenta el volumen y disminuye la intensidad, aumenta el protagonismo de la vía aeróbica y disminuye el de la anaeróbica. Cabe pensar, entonces, que en programas en los que no se busca el rendimiento deportivo en los que el trabajo será predominantemente aeróbico, el sistema de entrenamiento a utilizar con preferencia será el continuo (tanto armónico como variable), haciendo alguna incursión en el sistema interválico.

Disciplinas apropiadas para un trabajo de resistencia general

Se consideran apropiadas todas las modalidades que reúnan estas condiciones:

- De naturaleza normalmente cíclica, es decir aquellas en las que se suceden acciones motrices similares (p.e., carrera, bicicleta, etc.).
- Participa más de $1/6$ - $1/7$ parte de la masa muscular total del individuo.
- Trabajo dinámico, es decir, por alternancia de la relajación y contracción de la musculatura.

Cabe mencionar como disciplinas que cumplen estas características y que se consideran, por tanto, especialmente indicadas para el entrenamiento de la resistencia aeróbica: carrera, marcha a un ritmo alto o por cuestas, ciclismo, natación, remo, patinaje y esquí de fondo. También se considera apropiado el entrenamiento a través de juegos deportivos. En éstos las pausas serán lo más breves posible, sin olvidar que el tiempo real de carga es sólo el que se trabaja a la intensidad preestablecida, hecho que puede suponer el duplicar el tiempo dedicado al entrenamiento a través de juegos para conseguir el mismo efecto beneficioso que se obtendría mediante la carrera continua.

EL ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA^{6,7}

En el ámbito deportivo o de la actividad física, la fuerza se define como la capacidad para superar resistencias o de contrarrestarlas mediante la acción o contracción muscular. La contracción muscular realizada en un trabajo de fuerza es fundamentalmente de dos tipos:

- **Isométrica o estática**, en la que no hay modificación de la longitud muscular y, por tanto, no se produce desplazamiento aunque sí tensión muscular.
- **Isotónica o dinámica**, en la que sí hay modificación de la longitud muscular, acortándola (contracción isotónica concéntrica) o alargándola (contracción isotónica excéntrica).

El trabajo "puramente isométrico" se aplica en situaciones especiales como puede ser después de una inmovilización para recuperar el tono muscular perdido. En las actividades de la vida diaria o en el ejercicio físico en general, el trabajo realizado suele ser de predominio dinámico con momentos de contracción isométrica. En los programas de entrenamiento no competitivos, el trabajo isométrico queda relegado generalmente a un segundo plano. Esto tiene especial interés cuando los practicantes están afectados de problemas cardiovasculares o que están incluidos dentro del grupo con factor de riesgo. Para estos sujetos el entrenamiento sistemático a expensas de la contracción isométrica supone un peligro innecesario, en el sentido de que este tipo de contracción mantenida tiene como consecuencia un incremento de las resistencias vasculares periféricas y, por tanto, un aumento de la TA.

Al diseñar un programa de entrenamiento en el que no se pretenda alcanzar el máximo rendimiento en el desarrollo de esta cualidad, será necesario diferenciar qué tipo de fuerza se debe trabajar en función del objetivo que se propone. Se distinguen las siguientes modalidades de fuerza:

- **Fuerza máxima**: Es la mayor fuerza que el sistema neuromuscular es capaz de desarrollar mediante la contracción voluntaria.
- **Fuerza explosiva**: Es la capacidad del sistema neuromuscular para superar resistencias con una alta rapidez de contracción.
- **Fuerza-resistencia**: Es la capacidad del organismo para oponerse a la fatiga durante los trabajos de fuerza y duración.

El entrenamiento de la fuerza máxima y explosiva quedaría reservado para deportistas especializados, ya que la búsqueda del máximo rendimiento muscular en cuanto a fuerza y velocidad de contracción podría resultar dañina para estructuras musculares y articulares no preparadas para cargas tan elevadas.

El entrenamiento de la fuerza-resistencia se considera como el más apropiado para un programa no competitivo, ya que permite

el mantenimiento del tono muscular sin cargas adicionales o con cargas muy pequeñas.

Bajo esta perspectiva, el entrenamiento de la fuerza, dentro de los programas diseñados para el mantenimiento y mejora de la salud y calidad de vida, tendrá un lugar importante ya que permite el mantenimiento de los grupos musculares esenciales para la postura (como pueden ser los rectos anteriores, paravertebrales y dorsales) y de todos aquellos que permiten una correcta ejecución de la marcha y de las actividades de la vida diaria. Se evitará así una alteración precoz del tono postural y la aparición de lesiones musculoesqueléticas derivadas de la hipotonía muscular.

Programa de entrenamiento de la fuerza-resistencia

- La frecuencia de entrenamientos estaría entre 1 y 3 sesiones semanales.
- El número de repeticiones por ejercicio será relativamente elevada: a partir de 8-10 repeticiones o de 20 s (en caso de que se valore la carga por tiempo en lugar de por repeticiones).
- La intensidad del trabajo será baja, entre el 20 y el 50%.
- Número de series: 2-6.
- El tiempo de descanso entre sesiones ha de ser como mínimo de 48 h.

Como puede observarse, el margen existente para un trabajo de fuerza-resistencia es muy amplio, en cada caso será necesario matizar cual es el volumen y la intensidad, en definitiva, la carga adecuada para cada individuo, la musculatura susceptible de realizar este trabajo, así como el método a utilizar. De esta forma se pretende optimizar el trabajo de fuerza y evitar cualquier efecto contraproducente que se traduciría en alguna posible lesión del aparato musculoesquelético. En este tipo de programas se recomienda la supervisión por un experto encargado de:

- Realizar un balance muscular de la persona que quiera seguir el programa de desarrollo de la fuerza y, en función de ello, diseñar el plan de trabajo.
- Establecer la progresión que debe seguir a corto plazo.
- Controlar las sesiones de entrenamiento, al menos en los inicios, con el fin de asegurar la adecuada ejecución de los ejercicios en cuanto a amplitud del movimiento y correcta posición corporal.

De esta forma se garantizan los efectos beneficiosos de un programa de entrenamiento de la fuerza sin incurrir en efectos secundarios.

Sistemas de entrenamiento

Uno de los sistemas más recomendados para este tipo de trabajo de fuerza es el entrenamiento en **círculo**. En éste, se establecen un determinado número de estaciones (entre 6 y 12) en las que se potencian diferentes grupos musculares siguiendo una alternancia con el fin de que la carga no resulte unilateral. Existe una pausa de recuperación entre ejercicios y estaciones, que será más prolongada cuando ésta se sitúe entre series o vueltas al círculo. Este sistema de entrenamiento se podrá llevar a cabo con o sin carga adicional. Con ello se consigue no sólo un desarrollo muscular, sino también una mejora de la capacidad aeróbica.

EL ENTRENAMIENTO DE LA VELOCIDAD⁸

Se trata de una cualidad compleja de la condición física, que se define como la capacidad para reaccionar con la máxima rapidez delante de una señal y/o de realizar un movimiento tan rápidamente como sea posible dentro de una determinada unidad de tiempo. Se puede considerar la velocidad como uno de los principales determinantes del rendimiento deportivo, ya que en muchas disciplinas éste estará condicionado por la velocidad en la ejecución de los diferentes movimientos y técnicas. Su entrenamiento será, pues, imprescindible para quienes quieran triunfar en la competición deportiva, pero no será objeto de tratamiento específico para quienes vean en la competición sólo una forma lúdica de mejorar el nivel de fitness.

EL ENTRENAMIENTO DE LA COORDINACIÓN Y DE LA FLEXIBILIDAD

El entrenamiento de estas dos cualidades merece un tratamiento aparte, ya que las hemos considerado complementarias o facilitadoras en el desarrollo de las cualidades físicas estudiadas hasta ahora

y en la realización de las actividades de la vida diaria. El desarrollo de una y otra cualidad no representa, o apenas lo hace, una carga física para el organismo del sujeto sometido a su entrenamiento. Por ello, estas cualidades quedan fuera de los mecanismos de adaptación que se han expuesto, de forma general, para las cualidades físicas básicas.

El entrenamiento de la coordinación

Se considera la coordinación como el efecto conjunto del sistema nervioso central y el musculoesquelético dentro de un movimiento determinado y que marca la dirección de una secuencia de movimientos. Se trata de una cualidad determinada, ante todo, por los procesos de control y regulación del movimiento. El desarrollo de esta cualidad conlleva la ampliación del repertorio motor y gestual. Éste se impulsa, de forma principal, en las primeras etapas de la vida, en las que el trabajo de coordinación tiene efectos muy beneficiosos sobre el sistema nervioso central. En etapas posteriores, será importante la fijación de esta motricidad, para, más adelante, evitar su involución.

Así, desde esta perspectiva, un programa de fitness para personas adultas o de edad avanzada tendría que ser multidisciplinario, no con el objetivo de conseguir una técnica depurada en las diferentes actividades o prácticas deportivas realizadas, sino de mantener el repertorio gestual lo más amplio posible y, en definitiva, mantener el aparato motor activo.

El entrenamiento de la flexibilidad^{9,10,11}

Entendemos por flexibilidad o movilidad la capacidad del individuo para aprovechar las posibilidades de movimiento de las articulaciones de la manera más óptima posible, es decir, realizar movimientos de gran amplitud ya sea de forma activa o pasiva.

La flexibilidad es una cualidad física regresiva. Según diversos autores su máximo desarrollo se produce entre los once y los catorce años. Con el paso de los años y el sedentarismo, el cuerpo va experimentando una serie de cambios, los músculos se van contrayendo paulatinamente y se vuelven cada vez más rígidos, las articulaciones

pierden movilidad, la gama natural de movimientos se reduce y muchas veces empiezan a aparecer algias en la espalda o en cualquier otra zona delicada del organismo que pueden estar relacionadas con esta disminución de la movilidad.

La práctica de ejercicio físico y, particularmente, el entrenamiento de la flexibilidad evitará en cierta medida o retrasará esta regresión y envejecimiento paulatino del sistema musculoesquelético. Por otra parte, tendrá efectos positivos sobre la salud del individuo, ya que contribuirá a mejorar la circulación (indirectamente ayuda a prevenir posibles trastornos cardíacos) y aumenta la capacidad torácica y la función de los músculos de la respiración.

Programa de entrenamiento de la flexibilidad

- La dedicación diaria de 10-20 min al trabajo de la flexibilidad es suficiente para experimentar una sensible mejoría.
- Se ha de mantener el estiramiento de cada músculo entre 10 y 30 s en aquella posición en que se note el estiramiento pero sin que éste llegue a ser doloroso.
- Este trabajo no supone una carga para el organismo; es, por tanto, improcedente prever un aumento de aquél en cuanto a volumen e intensidad. La mejora depende de la aplicación diaria de los ejercicios.
- Es muy importante la correcta ejecución de los ejercicios (control de la posición corporal) y localización de los mismos.
- Los ejercicios de flexibilidad se realizarán al principio de la sesión de entrenamiento (como parte del calentamiento) con el objeto principal de evitar lesiones musculares en el transcurso de la misma. Se realizarán también al final de la sesión con el fin de facilitar la recuperación muscular y evitar posibles sobrecargas.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

En los programas de entrenamiento para la mejora y el mantenimiento de la salud las cualidades a desarrollar principalmente son: resistencia aeróbica, fuerza-resistencia, flexibilidad y coordinación.

- La elección de los ejercicios de estiramiento deberá estar en función de la actividad física o práctica deportiva que se realice y de las necesidades particulares de cada individuo.

PARTICULARIDADES DEL ENTRENAMIENTO SEGÚN GRUPOS DE EDADES¹²

La actividad física puede ayudar a mantener en forma a la persona practicante, conseguir un buen nivel de salud y mejorar la calidad de vida. Es, sin embargo, necesario que los programas de actividad estén adaptados a las necesidades y posibilidades de movimiento de cada persona y grupo de edad. Los objetivos del trabajo y su volumen, intensidad y carácter serán distintos según se trate de niños, jóvenes, adultos o personas mayores. Cada momento evolutivo y cada grupo de edad tienen sus propias necesidades de movimiento. Por esta razón se realiza una diferenciación en la propuesta de actividad según grupos de edades.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

La práctica del ejercicio físico es recomendable y tiene efectos positivos para el organismo a lo largo de toda la vida.

EL ENTRENAMIENTO EN NIÑOS¹³

Esta etapa abarca desde que el niño empieza su actividad física (alrededor de los cinco años) hasta los trece-quince, dependiendo siempre de su estado de desarrollo.

Características del grupo de edad que inciden en el entrenamiento

- Se trata de una etapa de crecimiento y maduración y, por tanto, de un organismo no preparado para soportar cargas bruscas de

entrenamiento que podrían incidir negativamente en el desarrollo del sistema musculoesquelético del niño.

- El ejercicio físico razonable contribuye a un desarrollo motor, crecimiento físico y maduración normales.
- No existen, en este período, diferencias sustanciales entre niños y niñas en la práctica de la actividad física.
- El juego y la actividad física se consideran una práctica espontánea en el niño y parte fundamental de su actividad cotidiana.
- A nivel metabólico, el organismo del niño está preparado para realizar trabajos de tipo eminentemente aeróbico en los que su respuesta es comparable a la del adulto. Sin embargo, se ha de señalar su menor poder anaeróbico debido a sus inferiores reservas energéticas de disponibilidad inmediata (fosfocreatina) y de corto plazo (glucógeno muscular). Asimismo, se ha de señalar un alto nivel de sensibilidad a los cambios del pH intramuscular y una baja tolerancia a los aumentos de la concentración de lactato en la fibra muscular que acompañan al ejercicio anaeróbico.
- Las características musculares del niño son muy diferentes a las de los adultos, con las naturales diferencias de dimensiones y, por tanto, de nivel de fuerza.
- La capacidad de coordinación tiene su máximo desarrollo hasta el inicio de la pubertad (once-doce años). Así, existe en este período una mayor disposición para el aprendizaje motor espontáneo.
- La termorregulación del niño es inmadura y, por tanto, su resistencia al estrés térmico menor. Este punto implica que haya que tener un especial cuidado con la hidratación del niño durante la práctica del ejercicio físico.

Generalidades del entrenamiento en este período

De lo expuesto en el apartado anterior se desprende cuáles serán las características generales del entrenamiento para niños. Éstos se beneficiarán de cualquier tipo de actividad física siempre que no signifique una carga brusca sobre un sistema musculoesquelético todavía en formación, ni un trabajo sistemático a expensas de la vía anaeróbica. Esta matización implica que el deporte de alta competición no estaría indicado en este grupo de edad. Seguidamente se exponen algunas de las pautas generales del entrenamiento para niños:

- Potenciar el aspecto lúdico en las diferentes actividades que tendrá en el niño un efecto motivador importante. Se trata de que éste se beneficie de los aspectos positivos de la actividad física al mismo tiempo que despierte su interés por este tipo de actividad y genere adhesión a un estilo de vida físicamente activo en etapas posteriores de su vida.
- Poner énfasis en los ejercicios que supongan la participación de grandes grupos musculares, en los que la vía aeróbica predomine por encima de la anaeróbica.
- Potenciar la adquisición de un repertorio motor amplio frente a una oferta motriz desequilibrada y especializada que podría venir representada por una especialización deportiva precoz.
- Están perfectamente indicados los ejercicios de flexibilidad y movilidad (dentro de los límites fisiológicos).
- Evitar las cargas elevadas, especialmente en el trabajo de fuerza. La contraindicación será absoluta cuando se trate de cargas cervicales (sobre la columna vertebral).
- Se ha de poner especial acento en la variación de los medios utilizados y en la búsqueda de entornos naturales para la práctica físico-deportiva.
- Si existe alguna enfermedad crónica (asma, diabetes, epilepsia, etc.), buscar la actividad indicada en cada caso.
- El ejercicio físico se puede realizar con una frecuencia diaria, en sesiones de aproximadamente una hora.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

El entrenamiento para niños tiene que ser óptimo y no máximo.

Propuesta de actividad física según la edad y las características del practicante

Son recomendables la mayoría de actividades. Sirvan a modo de ejemplo:

- Juegos deportivos o iniciación a los diferentes deportes sin ánimo de especialización o rendimiento.

- Actividades en la naturaleza (excursiones a la montaña, actividades en los ríos, excluyendo los llamados "deportes de aventura" que pueden suponer un riesgo, etc.).
- Aprendizaje de desplazamientos especiales: ir en bicicleta, patinar, etc.
- Juegos atléticos.
- Actividades de coordinación y expresión corporal.

EL ENTRENAMIENTO CON JÓVENES-ADULTOS

Dentro de este grupo se incluye un amplio margen de edad, desde los catorce-quince años hasta, aproximadamente, los treinta y cinco, margen en el que las diferentes cualidades físicas llegan a su máximo apogeo. Por ello se considera este período como el ideal para el deporte de competición. Sin embargo, el deporte de alto rendimiento o de competición no está al alcance ni en el ánimo de la mayoría de la población, que sí se puede beneficiar de una actividad física con un fin más lúdico.

Características del grupo de edad que inciden en el entrenamiento

- Se van acentuando progresivamente las diferencias entre hombres y mujeres en cuanto al rendimiento y entrenabilidad de las diferentes cualidades físicas. Éstas son más marcadas en el entrenamiento de la fuerza, que se incrementa de forma rápida y hasta un nivel más alto en los hombres debido a la concentración más elevada de testosterona, con un gran poder anabólico. Por otro lado, la flexibilidad y la movilidad tienen una adaptación más fácil en las mujeres.
- En ambos sexos, las cualidades físicas están muy desarrolladas y llegan a su máximo durante esta etapa. El entrenamiento de las mismas supondrá su mayor desarrollo en relación con la población no activa.
- Metabólicamente, el organismo del joven-adulto está adaptado para cualquier tipo de trabajo, ya que aumenta la tolerancia al lactato y disminuye la sensibilidad a los cambios del pH. Esta adaptación se dará si se produce un entrenamiento exhaustivo a

expensas de la vía anaeróbica más propio del entrenamiento de competición.

- La práctica de ejercicio físico, especialmente en el joven, supone la potenciación de hábitos de vida positivos de cara a etapas posteriores: estilo de vida físicamente activo y reducción, o no adquisición, de hábitos tóxicos.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

El organismo del joven-adulto está en el punto álgido de su desarrollo, hecho que permite la realización de cualquier tipo de actividad física.

Generalidades del entrenamiento en este período

Como se ha venido a subrayar en el apartado anterior, el organismo del joven-adulto está preparado para el entrenamiento de cualquiera de las cualidades físicas. Se trata de establecer aquí la orientación para personas que cumplen programas de entrenamiento de carácter no competitivo.

- Está indicado, especialmente al inicio de esta etapa, el trabajo encaminado a la ampliación del repertorio gestual, aprovechando una mayor capacidad de aprendizaje en el que intervengan los procesos racionales.
- Realizar los trabajos de resistencia fundamentalmente a expensas de la vía aeróbica (de grandes grupos musculares y con predominio del volumen por encima de la intensidad). El trabajo anaeróbico no está contraindicado, pero se tiene que tener presente que el objetivo no es buscar el máximo rendimiento y eficiencia en el ejercicio.
- En el entrenamiento de la fuerza, potenciar el desarrollo muscular a través de ejercicios dinámicos en los que la sobrecarga adicional no sea importante. Una buena opción, es el trabajo a través de circuitos de fuerza-resistencia. Se busca un desarrollo muscular equilibrado.

- La importancia del entrenamiento de la flexibilidad y movilidad va aumentando con el paso del tiempo.
- La actividad física y los medios serán lo más diversificados posible con el objeto de motivar a la persona a introducir dicha actividad dentro de sus hábitos cotidianos.

Propuesta de actividad física según la edad y características del practicante

Cualquier actividad físico-deportiva es válida en este período. Cabe tener presente las preferencias del practicante en la elección de la actividad, así como las posibilidades de continuación de esta práctica y la disposición de los medios necesarios para que ésta sea posible. Algunas de las actividades a realizar podrían ser las siguientes:

- Deportes individuales y de equipo.
- Actividades en la naturaleza.
- Excursionismo.
- Mountain-bike.
- Vela.
- Deportes de aventura.
- Seguimiento de programas de fitness.

Es aconsejable que estas actividades se realicen de 3 a 5 veces por semana en sesiones de aproximadamente 1 hora (siempre estará en función del carácter de la actividad que se realice).

EL ENTRENAMIENTO CON ADULTOS-MAYORES

Dentro de este grupo se incluye a las personas con edades comprendidas entre los treinta y cinco y los sesenta y cinco años aproximadamente. Se considera un período en el que se inicia la involución de las cualidades físicas. Estas personas se beneficiarán de una vida físicamente activa que retarda y suaviza este proceso involutivo y supone un beneficio para su salud. El ejercicio físico se erigirá en un pilar importante como medida preventiva y terapéutica, especialmente en lo que hace referencia a enfermedades cardiovasculares, respiratorias, metabólicas y osteoarticulares.

Características del grupo de edad que influyen en el entrenamiento

- En este período no es infrecuente la aparición de enfermedades degenerativas del aparato locomotor (osteoporosis y artrosis), que se beneficiarán de la práctica de actividad física, al mismo tiempo que la condicionan.
- Metabólicamente, el ejercicio anaeróbico es cada vez peor tolerado, ya que las modificaciones del pH, así como la sollicitación brusca del aparato cardiocirculatorio, podrían suponer un cierto riesgo.
- La tendencia hacia un estilo de vida inactivo y "sedentario" es más acusada en este grupo de edad y, especialmente, dentro de la población femenina. Esta etapa será crucial para fomentar hábitos de vida activos.
- Es posible la aparición de enfermedades cardiorrespiratorias (enfermedad respiratoria crónica, HTA, etc.) y metabólicas (diabetes, obesidad, etc.), algunas de ellas directamente relacionadas con hábitos tóxicos y un estilo de vida sedentario.

Generalidades del entrenamiento en este período

La actividad física, en este momento, está explícitamente orientada al fomento y mantenimiento de la salud, hecho que condicionará las directrices básicas del entrenamiento.

- El ejercicio será fundamentalmente dinámico, en el que participen grandes grupos musculares. Éste se realizará a una intensidad moderada y con un volumen que puede ser alto, dependiendo de la preparación del sujeto. Este ejercicio de tipo aeróbico incide positivamente sobre la función cardiorrespiratoria.
- En el trabajo de fuerza se evitarán en lo posible las sobrecargas adicionales que exponen al aparato osteoarticular a un estrés mecánico que con los años va siendo cada vez más contraproducente. Es asimismo conveniente el entrenamiento de la fuerza para el mantenimiento del sistema muscular a través de circuitos de fuerza-resistencia en los que la sobrecarga no sea ni excesiva ni nula.
- Evitar en lo posible las contracciones isométricas que pueden contribuir a un aumento de la TA con el consiguiente riesgo para las personas que tengan problemas cardiovasculares.

- El entrenamiento de la flexibilidad y la movilidad va adquiriendo importancia con la edad para evitar la regresión consustancial a ésta.
- En el entrenamiento con personas adultas-mayores la realización de un buen calentamiento previo a la actividad es, si cabe, más imprescindible. El calentamiento debe ser cada vez más gradual y progresivo.

Propuesta de actividad física según la edad y las características del practicante

Son recomendables todas las actividades que supongan un trabajo fundamentalmente aeróbico y una tonificación muscular general. Dentro de este grupo se pueden incluir:

- Algunos deportes individuales y colectivos de predominio aeróbico.
- Andar a buen paso y carrera a ritmo moderado.
- Actividades recreativas: bailes, pasear, juegos, etc.
- Actividad física informal, consistente en tener unos hábitos lo más activos posible: hacer el máximo de desplazamientos andando, utilizar las escaleras en lugar del ascensor, realizar los trabajos domésticos, de jardinería, etc.

Algunas de estas actividades se pueden realizar a diario (sobre todo las informales), siendo aconsejable la realización de una actividad física adicional con una frecuencia mínima de 3 veces a la semana.

EL ENTRENAMIENTO EN LA TERCERA EDAD¹⁴

Dentro del grupo considerado como tercera edad (a partir de los sesenta y cinco años) se acentúa la progresiva involución de las cualidades físicas. Este grupo se beneficiará, al igual que el grupo anterior, de la realización de un ejercicio físico que suavice y retrase este proceso y que, por tanto, mejore su calidad de vida.

La realización de ejercicio físico por parte de estas personas tiene efectos beneficiosos para la salud como medida preventiva, de mantenimiento y rehabilitación. Asimismo, hay que añadir un nuevo aspecto que aportará la actividad física, y que tiene su importancia para este grupo, como es el recreativo y de relación social.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

La mejora de la calidad de vida es ampliamente suficiente para justificar la difusión del ejercicio físico.

Características del grupo de edad que inciden en el entrenamiento

- En este período se acelera la progresiva pérdida de las cualidades físicas iniciada en el período anterior. Este hecho contribuye a una deficiencia en la adaptación del organismo a las actividades de la vida diaria.
- Es frecuente la existencia de enfermedades degenerativas del aparato locomotor, que condicionan la elección de las actividades físicas a realizar.
- Se trata del grupo de población con más claro riesgo de padecer enfermedades cardiorrespiratorias y metabólicas.
- Es un sector de población que se beneficiará del ejercicio físico como elemento preventivo y rehabilitador de las enfermedades expuestas en los dos apartados anteriores.
- El cese de la actividad profesional hace que aumente sensiblemente el tiempo libre y de ocio, espacio de tiempo susceptible de ser utilizado para la realización de actividades físico-recreativas.
- Puntualmente, esta etapa de la vida puede ir acompañada de problemas de soledad y desarraigo social. Serán positivas las actividades que potencien el contacto social.

Generalidades del entrenamiento en este período

- Se dará prioridad al entrenamiento de la resistencia general-aeróbica que tiene efectos positivos para la prevención y rehabilitación de posibles problemas cardiocirculatorios.
- Se recomienda la elección de actividades de bajo impacto musculoesquelético. Estarán prácticamente contraindicadas las sobrecargas adicionales.
- En la progresión del entrenamiento, el aumento del volumen se antepondrá al de la intensidad.

- Poner especial hincapié en actividades que preserven la flexibilidad y la amplitud articular ya que éstas tienen una marcada tendencia a disminuir.
- Se trata de ofrecer una actividad física utilitaria y recreativa adaptada a las posibilidades de movimiento de la persona.
- Los ejercicios y actividades, independientemente de suponer un atractivo para los practicantes, deben tener un carácter social y de recreación.
- Para evitar las puntas de intensidad, que podrían implicar un riesgo para la persona, se prescindirá en lo posible de las actividades que revistan un carácter competitivo.
- El calentamiento previo a la sesión tiene que ser realizado de forma más gradual y progresiva que en etapas anteriores; debe ser efectuado en profundidad y su duración será mayor.

Propuesta de actividad física según la edad y las características del practicante

De forma general, se recomienda todas las actividades de tipo fundamentalmente aeróbico y dinámico en las que el impacto osteoarticular sea mínimo:

- Caminar como actividad básica que cabe realizar a diario.
- La realización de actividades de la vida diaria: limpiar, jardinería, ir a hacer pequeñas compras andando, etc.
- Actividades de "ocio": excursiones, bailes de salón, paseos, etc.
- Actividades físicas dirigidas: aeróbic de bajo impacto, tonificación, actividades acuáticas, natación, etc.

ESTRUCTURA DE LA SESIÓN

La sesión de ejercicio físico debe constar de tres partes:

1. Calentamiento.
2. Parte principal.
3. Vuelta a la calma.

Cada una de ellas obedece a unos objetivos diferenciados que definirán la actividad a realizar:

1. Puesta en funcionamiento del metabolismo y evitar posibles lesiones.
2. Trabajo del objetivo principal de la sesión.
3. Acelerar la recuperación postesfuerzo.

Calentamiento

Es la primera parte de la sesión de entrenamiento. Se compone de ejercicios que permiten obtener un estado óptimo de preparación psico-física y motriz para el inicio de la sesión y prevenir posibles lesiones sobre todo musculares. Es, por tanto, imprescindible y necesario iniciar la sesión de ejercicio físico con un buen calentamiento. Cabe diferenciar entre calentamiento general y específico:

- En el calentamiento general se realizan ejercicios que actúan sobre grandes grupos musculares (p.e., carrera continua).
- El calentamiento específico está en función del trabajo que se realizará en la parte principal de la sesión.

El calentamiento general debe preceder al específico. Ambos se separan sólo conceptualmente; en la realización práctica es un continuo. Para sistematizar y estructurar el estudio del calentamiento se diferencian las siguientes partes:

- **Movilidad articular:** Parte muy corta del calentamiento consistente en movilizar las articulaciones más implicadas en el ejercicio (p.e., rotaciones de cuello, cintura, etc.).
- **Calentamiento general:** Momento en que empieza propiamente el calentamiento. Se trata de realizar unos 3-5 min de carrera suave, durante los cuales se puede aprovechar para terminar los ejercicios de movilidad articular.
- **Calentamiento específico:** A efectos prácticos no está separado del anterior. Sin dejar la carrera se van introduciendo ejercicios dirigidos a los grupos musculares más implicados en la actividad posterior. Algunos de estos ejercicios pueden ser:
 - "Skipping" o pequeños saltos levantando las rodillas, en diferentes variedades y combinaciones.
 - Desplazamientos laterales.
 - Cambios de ritmo y dirección.
 - Carrera en diferentes sentidos a ritmo más rápido, etc.

El calentamiento general/específico ha de seguir una progresión en cuanto a intensidad de menos a más.

- **Estiramientos:** Es muy importante no descuidarlos ya que ayudan en gran medida a la prevención de lesiones. Se recomienda la realización de estiramientos estáticos, sin rebotes, en los que se mantiene la posición máxima durante 20-30 s. Recordar que ha-

blar de posición máxima no implica que el estiramiento tenga que ser doloroso.

- **Potenciación:** Esta parte del calentamiento será necesaria en el caso en que la parte principal de la sesión empiece con una intensidad elevada. El contenido puede ser más variado y dependerá, como siempre, del trabajo a realizar a lo largo de la sesión. La intensidad tiene que ser elevada, dado que se trata de una activación. Posibles ejercicios a realizar:

- Carrera en progresión.
- Relevos.
- Juegos diversos.

El calentamiento debe tener una duración de entre 10 y 15 min.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

Hay que insistir en que la importancia del calentamiento aumenta a medida que avanza la edad. Así, aquél ha de ser cada vez más prolongado, prudente y progresivo, ya que el riesgo de lesión aumenta con los años.

Parte principal de la sesión

Esta parte constituye la sesión propiamente dicha. Su contenido será muy diverso y estará en función de múltiples factores:

- Edad de los practicantes.
- Nivel de fitness.
- Papel de la sesión dentro del programa general de actividad.
- Objetivos específicos, etc.

A la hora de estructurar el trabajo de esta parte de la sesión se ha de tener en cuenta una serie de criterios.

- Al principio de la sesión se realizarán ejercicios de coordinación y que tengan un componente de velocidad que necesitan un reposo psico-físico mayor.
- A continuación ejercicios de fuerza-resistencia que se basan en la recuperación incompleta.
- Para acabar con ejercicios de resistencia general.

Esta distribución no implica que en una misma sesión se trabajen todas las cualidades, sino, en el caso del entrenamiento de cada una de ellas, en qué momento de la sesión su trabajo será más eficiente.

Vuelta a la calma

Es la parte final de la sesión que tiene por objeto acelerar la recuperación del trabajo realizado durante la misma y la vuelta al estado de reposo. Aquí se realizará un trote muy suave y los ejercicios compensatorios y de estiramientos, actividades encaminadas a acelerar la recuperación postesfuerzo y a minimizar todo aquel efecto desequilibrante que haya podido originar la sesión.

AUTOEVALUACIÓN • AUTOEVALUACIÓN • AUTOEVALUACIÓN

- 1 ¿Es importante realizar una planificación del entrenamiento, a pesar de que el programa no esté encaminado a buscar el rendimiento deportivo?
- 2 ¿Cuáles son las cualidades físicas que se desarrollan de forma principal en los programas para el desarrollo y fomento de la salud?
- 3 ¿En qué grupo/s de edad está especialmente contraindicado la aplicación de cargas adicionales en el trabajo de desarrollo muscular?
- 4 ¿Es imprescindible calentar siempre antes de una sesión de entrenamiento? ¿Por qué?
- 5 ¿Es aconsejable la prescripción de programas de ejercicio físico sin que la edad del practicante suponga un impedimento para ello?
- 6 ¿Se considera básico el entrenamiento de la resistencia anaeróbica en programas de entrenamiento no competitivo? ¿Por qué?
- 7 ¿La flexibilidad es una cualidad física que se puede trabajar en cualquier etapa de la vida? ¿Por qué?
- 8 ¿Es importante la regularidad en los entrenamientos? ¿Qué principio del entrenamiento hace referencia a ello?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Grosser, Starischka, Zimmermann. (1988). *Principios del entrenamiento deportivo*. Barcelona: Martínez Roca.
2. Weineck, J. (2000). *Optimales training*. Balingen: Spitta Verlag. (Edición en castellano: *Entrenamiento total*, Barcelona: Paidotribo).
3. Barbany, J.R. (1986). *Fisiología del esfuerzo*. Barcelona: INEFC.
4. Zintl, F. (1991). *Entrenamiento de la resistencia*. Barcelona: Martínez Roca.
5. American College of Sports Medicine. (1990). "Position stand on the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardio-respiratory and muscular fitness in healthy adults". *Med. Sci. Sports Exerc.* 22. pp. 265-274.
6. Pearl, B. (1989). *La musculación*. Barcelona: Paidotribo.
7. Ehlenz, Grosser, Zimmermann. (1990). *Entrenamiento de la fuerza*. Barcelona: Martínez Roca.
8. Grosser, M. (1992). *Entrenamiento de la velocidad*. Barcelona: Martínez Roca.
9. Anderson, B. (1984). *Estirándose*. Barcelona: Integral.
10. Sölveborn, S. (1984). *Stretching*. Barcelona: Martínez Roca.
11. Balaskas, A. y Stirk, J. (1983). *Guía completa de ejercicios de Stretching*. Barcelona: Urano.
12. Departament de Sanitat i Seguretat Social. (1995). *Guia per la promoció de la salut per mitjà de l'activitat física*. Barcelona: Generalitat de Catalunya.
13. Hahn, E. (1988). *El entrenamiento con niños. Teoría, práctica y problemas específicos*. Barcelona: Martínez Roca.
14. Pont, P. (1992). *Tercera edad, actividad física y salud. Teoría y práctica*. Barcelona: Paidotribo.

Clasificación de la actividad física y de los deportes más comunes

Caritat Bagur Calafat
Ricard Serra Grima

RESUMEN • RESUMEN • RESUMEN • RESUMEN

Los deportes en el marco de la actividad física general cumplen el doble objetivo de ocupación del tiempo libre y promoción de la salud, en especial la de tipo cardiovascular.

La indicación de practicar un deporte no se limita al ámbito de las personas aparentemente sanas. La presencia de una cardiopatía orgánica o adquirida no es una contraindicación para el deporte, incluido el de competición. Al realizar una indicación se debe conocer cuál es la repercusión cardiovascular y si se trata de una disciplina de alto o bajo impacto desde el punto de vista osteoarticular. La valoración clínica y funcional es básica para establecer las recomendaciones de practicar un deporte en concreto y su intensidad.

La clasificación de los deportes más comunes en función de la respuesta cardiovascular que desencadenan es difícil de establecer debido a los factores que intervienen en torno a cada uno de ellos. Pese a todo, su separación en niveles de alta y moderada repercusión cardiovascular y por el tipo de trabajo muscular desarrollado permite la recomendación con criterios más objetivos. Los deportes más comunes que tienen amplia difusión, como baloncesto, artes marciales, tenis y voleibol, tienen particularidades que se comentan por separado. El atletismo, la natación o el ciclismo tienen en común ser de práctica individual, de predominio dinámico y de amplias indicaciones en la población general.

Palabras clave: Corazón. Deportes. Trabajo dinámico. Trabajo isométrico.

INTRODUCCIÓN

Las personas aparentemente sanas o afectadas por alguna limitación de carácter orgánico realizan una actividad física o deportiva en la que participan el trabajo de tipo dinámico o isométrico o una combinación de ambos más o menos equilibrada. Son muy pocas las actividades en las que el trabajo es dinámico o isométrico en su totalidad, de ahí que al hacer referencia a la mayoría se debe señalar cuál de ellos desempeña una función dominante en una actividad.

La respuesta cardiovascular al esfuerzo agudo y a largo plazo es distinta en los tres tipos ya reseñados. Con el fin de realizar una prescripción de ejercicio con bases fisiológicas y adaptada a las características individuales, se debe analizar el comportamiento de los parámetros hemodinámicos más directamente implicados en la adaptación al esfuerzo según el tipo de trabajo efectuado.

Trabajo dinámico

Produce movilización de grandes grupos musculares con cambios en la longitud de la fibra muscular y pequeño incremento de la tensión. Actividades con predominio dinámico son el caminar a paso vigoroso, carrera continua (*jogging*), nadar o ciclismo en carretera. Este tipo de trabajo requiere demandas energéticas importantes e incremento del $\dot{V}O_2$ máx a expensas del volumen sistólico y la FC que progresan de forma lineal con el esfuerzo, hasta el máximo nivel en que se produce la estabilización de ambas constantes.¹ El incremento del gasto cardíaco (GC) hasta cinco veces el valor de reposo se produce sin modificaciones significativas de la presión capilar pulmonar. La TAS aumenta en una proporción entre 7 y 10 mmHg por MET de gasto energético o trabajo realizado. La TAD no se modifica o sólo aumenta ligeramente. El resultado es el incremento de la TA media (figura 4.1). La TAS y la TAD son más elevadas en el ejercicio físico realizado con las extremidades superiores que con las inferiores.

La respuesta cardiovascular a largo plazo se caracteriza por la presentación de signos de sobrecarga de volumen. El volumen telediastólico aumenta y el grosor de la pared ventricular izquierda, valorado por ecocardiograma, muestra una significativa hipertrofia.^{2,3} En nuestra experiencia sobre un grupo de 1.000 deportistas de diversas

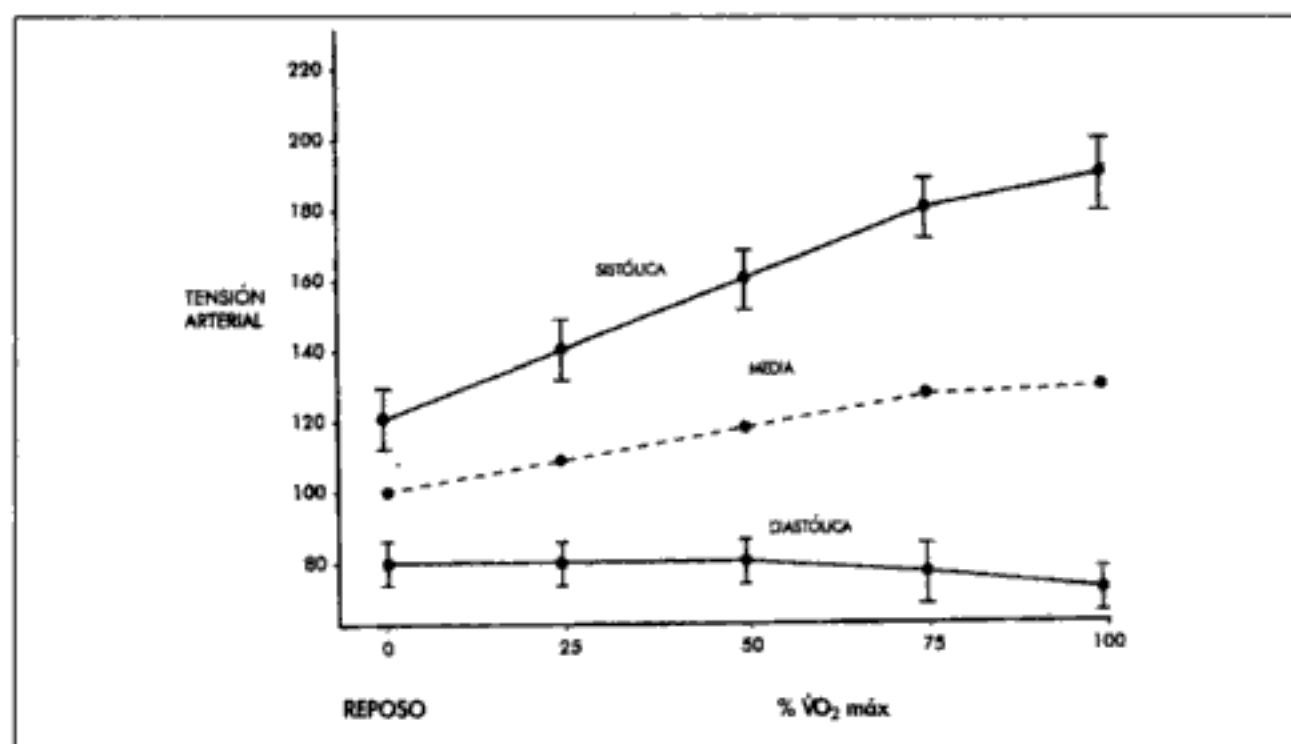


Figura 4.1. Comportamiento de la tensión arterial durante el trabajo dinámico.

especialidades se ha observado un grosor de la pared superior o igual a 10 mm (en la población normal rara vez llega a los 10 mm) en la mayoría de deportistas de especialidades cuyo trabajo es de predominio dinámico (datos no publicados). La TA tiende a ser más baja y ello se debe en parte a la disminución de la actividad simpática.⁴

Trabajo isométrico

En el músculo periférico provoca cambios en la tensión de la fibra muscular sin modificación significativa de su longitud. En actividades de predominio isométrico se produce contracción muscular sostenida contra una resistencia fija. El ejemplo más característico es el levantamiento de pesos. Sobre el sistema cardiovascular se producen cambios bruscos que afectan especialmente a la TAS y la TAD (figura 4.2). Entre el 40 y el 60% de la máxima contracción voluntaria realizada en un dinamómetro, el flujo sanguíneo se reduce. Por encima de este punto el flujo sanguíneo se mantiene por la respuesta de un marcador de presión que sirve para ajustar la presión de perfusión en relación con el aumento de la presión intramuscular.^{5,6}

A diferencia de lo que ocurre en el trabajo dinámico, el aumento de la TA no es lineal y su valoración es difícil de conseguir por méto-

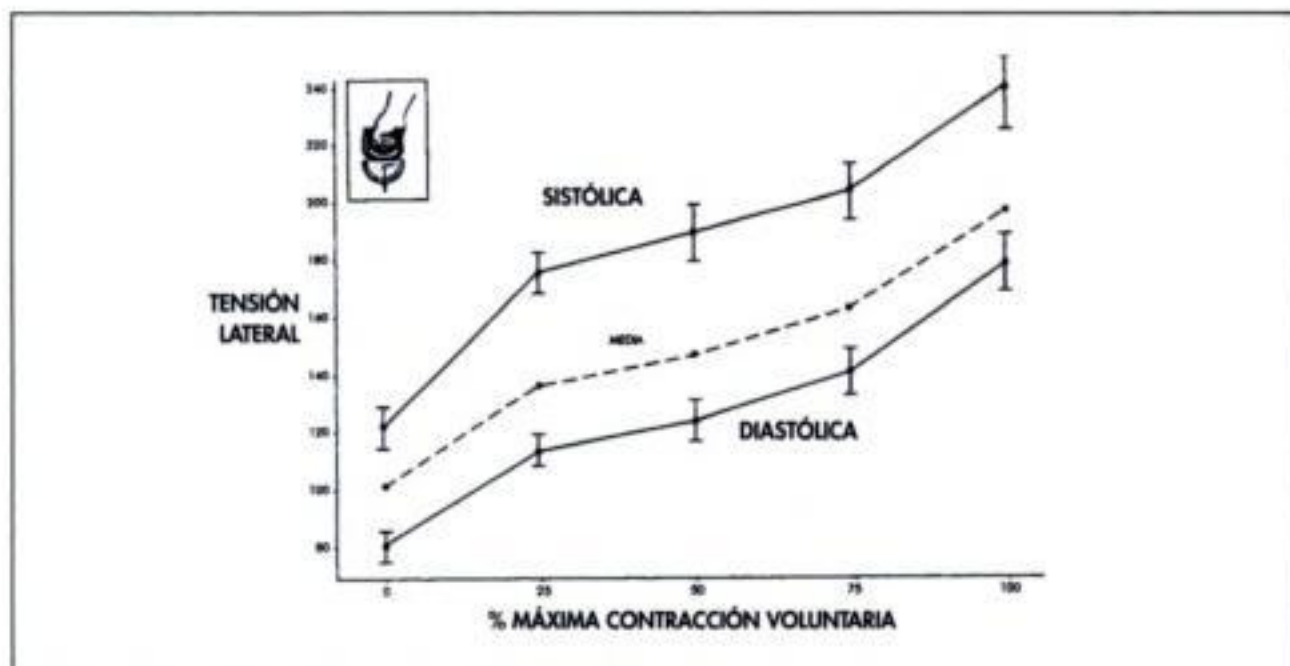


Figura 4.2. Comportamiento de la tensión arterial durante el trabajo isométrico (contracción isométrica progresiva mediante manómetro).

dos no invasivos. En un esfuerzo físico intenso que implique grandes grupos musculares se puede alcanzar valores de TA de 350/250 mmHg, pero es un fenómeno poco frecuente.^{7,8} El incremento de TA se produce por la suma de una potente respuesta presora, compresión mecánica de los vasos y maniobra de Valsalva.

Al aumentar la TA y la presión intratorácica con la maniobra de Valsalva, se transmite sobre el líquido cefalorraquídeo, que a la vez, incrementa la presión en la misma proporción al tórax y abdomen. Este efecto podría disminuir la presión en la circulación cerebral y reducir el riesgo de accidentes vasculares en casos extremos.⁹

En comparación con el incremento importante de la TA que se produce en este tipo de trabajo, la FC experimenta un aumento más discreto al igual que ocurre con el volumen sistólico. En consecuencia, el GC cambia poco. A largo plazo los efectos que se producen sobre la estructura cardíaca son menos acusados que en el trabajo dinámico en cuanto a grosor de la pared ventricular-diámetro de VI.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

La respuesta de la FC y de la TA es distinta para el trabajo dinámico-aeróbico, isométrico-anaeróbico en el esfuerzo agudo.

LIMITACIONES EN LA CLASIFICACIÓN DE LOS DEPORTES SEGÚN SU REPERCUSIÓN CARDIOVASCULAR

El deporte de competición implica el enfrentamiento directo entre dos o más personas o equipos con el objetivo de obtener un mejor rendimiento que el adversario. Al pretender, por encima de todo, alcanzar el máximo rendimiento, la repercusión orgánica de la práctica deportiva de carácter competitivo será muy alta en la mayoría de casos.

Establecer una clasificación de diversas disciplinas deportivas en función de su repercusión orgánica es un problema más de función que de definición. El carácter competitivo permite valorar a largo plazo, de una forma más concreta, la repercusión cardiovascular de la mayoría de ellas debido a una planificación estricta del proceso de entrenamiento. En la competición fácilmente se pierde la noción de las propias limitaciones y se sobrepasan, en general, las normas establecidas en la prescripción objetiva del programa de ejercicio. Este hecho es uno de los factores que condiciona el riesgo de la actividad competitiva que, aunque remoto, existe en personas predispuestas.

Al establecer una clasificación se ha de considerar que en ningún deporte se trabaja una cualidad física de forma aislada. El predominio de una u otra repercute sobre el organismo de forma distinta tanto en el esfuerzo agudo como a largo plazo. En la prescripción de ejercicio físico se valorarán estos aspectos con todo detalle para no provocar efectos indeseables. Así, por ejemplo, el remo sería un tipo de deporte no aconsejable, en principio, para pacientes con HTA. Al existir la posibilidad de graduar en un remoergómetro la resistencia, ésta se reducía a cargas que probablemente no estén contraindicadas en estos pacientes. Así que, como se ha dicho anteriormente, la importancia no la tiene un deporte determinado, sino cómo se aplica éste y con qué intensidad.

Un análisis pormenorizado de cada uno de los deportes sobrepasaría los objetivos de este capítulo. Se han seleccionado por lo extendida que esté su práctica en nuestro medio y por algunas cualidades específicas. El baloncesto es un deporte colectivo, predominantemente aeróbico y de oposición directa entre los contendientes. El voleibol, asimismo colectivo, es predominantemente anaeróbico y no hay oposición directa entre los contendientes. El tenis es un deporte individual (los partidos de dobles no modifican sensiblemente los caracteres del deporte individual), de tipo aeróbico y de oposición indi-

recta. El karate, en el grupo antes mencionado, es de tipo individual anaeróbico y de oposición directa.

El ciclismo, la natación y el atletismo son deportes de tipo individual de predominio dinámico y aeróbico o anaeróbico según la distancia a recorrer en las pruebas; no hay un adversario directo y en las tres disciplinas el cronómetro es el objetivo a superar. La característica más relevante que tienen en común es la tendencia a convertirse en deportes de tiempo libre y de promoción de la salud por la facilidad de regular su intensidad. En la tabla 4.1 se muestra una clasificación de los deportes más conocidos y practicados en función de la repercusión cardiovascular. Es una modificación de la realizada por Mitchell y col. en la XXVI Conferencia de Bethesda.¹⁰

El cambio que se ha producido en los últimos años al dar a la palabra deporte una interpretación más amplia se debe al numeroso grupo de practicantes que se van incorporando progresivamente a la actividad física de carácter no competitivo. En la clasificación de deportes de la tabla 4.1 figuran aquellos cuya práctica competitiva queda dentro del marco federativo con alguna excepción. Algunos de estos deportes son válidos como actividad física general por ser de impacto cardiovascular poco acusado. Estos mismos deportes en el ámbito competitivo pueden llegar a ser de elevado impacto. La natación en plan competitivo tiene alta repercusión cardiovascular pero, si se practica como actividad física de mantenimiento, su repercusión sólo llega a ser moderada y permite ampliar sus indicaciones dentro de los programas de ejercicio físico.

En general puede decirse que en el ámbito competitivo son pocos los deportes con baja repercusión cardiovascular. El deporte de competición en la población adulta ha sido muy cuestionado, aunque hay que señalar que esta cualidad favorece la adhesión a los programas de entrenamiento. Deberían valorarse las ventajas y los inconvenientes en cada caso antes de no recomendarlo sin disponer de argumentos objetivos.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

No existen deportes con requerimientos de un solo tipo de trabajo. En la mayoría predomina el trabajo dinámico o el trabajo isométrico.

TABLA 4.1

Clasificación de los deportes en función del trabajo dinámico, isométrico o mixto. Modificada de Mitchell J.H.; Haskell, L.W. y Roven, P.B. (1994).

Classification of sports. Bethesda Conference. *J Am Coll Cardiol.* 24. pp. 245-249.

CLASIFICACIÓN DE LOS DEPORTES SEGÚN INTENSIDAD Y TIPO DE TRABAJO

I. Deportes de moderada a alta repercusión cardiovascular

Trabajo de tipo fundamentalmente aeróbico con solicitud muscular predominantemente dinámica

- | | | | |
|------------------------------------|-------------------------|------------------|--------------------------------|
| • Atletismo
(carreras de fondo) | • Balonmano | • Fútbol | • Natación
(carreras fondo) |
| • Baloncesto | • Ciclismo en carretera | • Hockey hielo | • Rugby |
| | • Esquí de fondo | • Hockey hierba | • Tenis |
| | | • Hockey patines | |

Trabajo de tipo fundamentalmente anaeróbico con solicitud muscular mixta (isométrica y dinámica, fuerza explosiva)

- | | | |
|------------------------------------|-------------------------|--------------|
| • Atletismo (velocidad) | • Esquí alpino | • Motocrós |
| • Artes marciales:
karate, judo | • Fútbol americano | • Squash |
| • Bádminton | • Natación sincronizada | • Water-polo |
| | | • Voleibol |

Trabajo mixto (dinámico, isométrico)

- | | | |
|------------------------|------------------|-------------------------|
| • Bicicleta de montaña | • Boxeo | • Patinaje de velocidad |
| | • Ciclismo pista | • Remo |

II. Deportes de moderada repercusión cardiovascular

Trabajo fundamentalmente aeróbico con solicitud muscular predominantemente dinámica

- Treecking

Trabajo fundamentalmente anaeróbico con solicitud muscular isométrica

- | | | |
|----------------|--------|--------|
| • Motociclismo | • Surf | • Vela |
|----------------|--------|--------|

III. Deportes de ligera-baja repercusión cardiovascular

- | | | |
|---------|--------|-----------------|
| • Bolos | • Golf | • Tiro con arco |
|---------|--------|-----------------|

ANÁLISIS DEL TIPO DE TRABAJO PREDOMINANTE EN ALGUNOS DE LOS DEPORTES COMPETITIVOS MÁS PRACTICADOS

Baloncesto^{11,12,13,14}

Se trata de un deporte de equipo y, por tanto, de interacción. Durante su práctica se suceden las situaciones de oposición y cooperación con los adversarios y compañeros respectivamente. Se considera una disciplina deportiva acíclica en la que las acciones de los jugadores estarán constantemente adaptadas y modificadas en función de las situaciones variables del juego. El esfuerzo requerido a los jugadores se considera de forma general como de tipo mixto. Para afinar aún más en la determinación del esfuerzo que realiza el jugador se parte de la observación directa del deporte. Así se definirá cuál es el papel de las diferentes cualidades físicas en la determinación del rendimiento obtenido en el juego.

Intervención de las diferentes cualidades físicas

- **La resistencia.** Teniendo en cuenta sólo la duración total de un partido de baloncesto (40 min de juego real, divididos en dos partes de 20 min), sería lógico hablar simplemente de una necesidad de resistencia aeróbica. Se ha de pensar, sin embargo, que en el baloncesto se alternan períodos de actividad muy intensa (trabajo anaeróbico) con otros de semirreposo muy breves. Así, según Generelo y Zaragoza,¹⁵ el juego del baloncesto requiere tanto esfuerzos de media como de alta intensidad, combinados con pausas que no permiten la recuperación completa. Por tanto, el jugador necesita desarrollar tanto la resistencia aeróbica como la anaeróbica. En este sentido, cabría diferenciar todavía, según los esfuerzos que requiere la práctica del baloncesto dependiendo de los lugares de juego específico, ya que los pivots realizan un trabajo de más corta duración (capacidad anaeróbica aláctica) respecto a los bases y aleros (potencia y capacidad anaeróbica láctica).
- **La fuerza.** La fuerza desarrollada por el jugador de baloncesto es, generalmente, de tipo dinámico, aunque, en la medida en que su posición de juego es más cercana a la canasta, es necesario recurrir a la fuerza "estática" o isométrica (bloquear, ganar la

posición, etc.). De la observación directa del juego se desprende que la fuerza desarrollada por el jugador de baloncesto es la fuerza rápida, que determina el rendimiento en el juego. Ésta será desarrollada sobre una base de fuerza-resistencia. Cabe señalar, por último, que el nivel de fuerza exigido a los jugadores de baloncesto es desigual y está en función de la posición de juego, siendo a los pivots a quienes más se les exige en este sentido, ya que son los que realizan un mayor número de saltos y por su lucha debajo de la canasta.

- **La velocidad.** La velocidad es una de las cualidades físicas más importantes del baloncesto actual. Inciden de forma decisiva en el juego tanto la velocidad gestual como la de desplazamiento, en la que serán determinantes la velocidad con que se captan los estímulos provenientes del exterior, así como la elaboración de una respuesta y su ejecución.
- **La coordinación.** Como se ha mencionado con anterioridad, el baloncesto queda incluido dentro de los llamados deportes de interacción. Se necesita, por tanto, un buen nivel de coordinación que permita que el jugador se adapte constantemente a la situación cambiante de juego, así como para que sus gestos sean lo más eficaces posible y se desarrollen con un gasto energético mínimo.
- **La flexibilidad.** Se trata de una cualidad muy importante para el baloncesto, como lo será también para otros deportes, al favorecer el desarrollo de la práctica deportiva y prever posibles sobrecargas. "La falta de desarrollo de la flexibilidad es un factor limitador de la máxima velocidad de ejecución, del aprendizaje de las técnicas y de la economía, ya que aumenta el gasto energético y por eso facilita la fatiga"¹⁶. Por eso se considera importante la flexibilidad para la práctica de cualquier disciplina deportiva.

Repercusión o impacto musculoesquelético

De forma general se puede considerar el baloncesto como un deporte de alto impacto musculoesquelético. Esto queda demostrado por una serie de circunstancias que lo justifican:

- Ser un deporte de interacción en el que hay un contacto directo con el adversario (que en determinadas situaciones se penaliza

con falta), hecho que supone un peligro de padecer contusiones de gravedad muy diversa.

- Se trata también de un deporte en el que se producen multitud de acciones muy explosivas y con oposición en un espacio de juego muy reducido (dentro de la línea de 6,25 y zona de 3 s). Esto aumenta el riesgo de traumatismos, como puede ser la frecuente afectación ligamentosa del tobillo después de saltar y caer sobre el pie de un oponente.
- Algunas acciones técnicas pueden suponer un riesgo, sobretodo a nivel articular en personas no preparadas para este tipo de trabajo. Un ejemplo de estas acciones técnicas son los cambios de ritmo y dirección (en los que padece especialmente la articulación de la rodilla) y los tiros en suspensión.

Las articulaciones que sufren mayor riesgo de lesión con la práctica del baloncesto son principalmente las de rodillas y tobillos, y en segundo término las de los dedos de las manos, especialmente en las personas no habituadas al contacto con el balón.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

El predominio de una u otra cualidad física difiere sensiblemente según sea la posición en juego. La repercusión musculoesquelética se puede considerar importante.

Voleibol^{17,18}

El voleibol es uno de los deportes de equipo que últimamente ha experimentado un auge en cuanto a número de practicantes. Se trata de un deporte de oposición en el que ésta, sin embargo, no es directa: cada equipo juega en su propio campo a cada lado de la red. En su práctica se suceden acciones de gran rapidez y precisión, hecho que lleva a pensar que las cualidades físicas que principalmente condicionan su rendimiento son la fuerza explosiva, la velocidad y la coordinación.

Intervención de las diferentes cualidades físicas

- **La resistencia.** Un buen nivel de resistencia aeróbica permite una realización técnica y física durante el tiempo que dure la actividad (la duración de un partido puede llegar a ser 2,5 h o más), manteniendo al máximo la fuerza y la velocidad, cualidades éstas últimas que determinan el rendimiento en voleibol. Se puede considerar la resistencia aeróbica como una cualidad física facilitadora, dado que ayuda indirectamente a mejorar el rendimiento en el juego. En el voleibol la actividad no es continua. Se basa en acciones de máxima intensidad de una duración entre corta (muchas veces el punto se resuelve en una sola jugada) y media (varios ataques y defensas continuados) que responden a un trabajo de resistencia anaeróbica aláctica y láctica respectivamente. Ello lleva a una situación de acidosis en la que será muy importante el aprovechamiento de las pausas para la recuperación.
- **La fuerza.** El voleibol está basado en un trabajo muscular fundamentalmente dinámico. Se trata de acciones de fuerza explosiva en la que los músculos principalmente implicados son los extensores de extremidades inferiores y superiores. Estos músculos tienen que vencer una resistencia mínima, el peso del propio cuerpo y el balón respectivamente, en la ejecución de las acciones técnicas de salto y remate. Estas acciones explosivas, especialmente los saltos, no se dan de forma aislada, sino que habrán de repetirse una y otra vez a lo largo del partido. Por ello es también importante el nivel de fuerza-resistencia con el fin de poder repetir estas acciones con ciertas garantías de que la fatiga no incida negativamente en el gesto técnico.
- **La velocidad.** La velocidad, en el caso del voleibol, es decisiva para llevar a cabo con eficiencia las acciones de juego. Se trata de un deporte acíclico en el que será determinante la velocidad gestual en acciones como: poner las manos en el bloqueo, armar el brazo para el remate y rematar, saltar para bloquear o rematar, etc. Asimismo es decisiva la velocidad en los desplazamientos cortos en diversas trayectorias, ya que éstos están determinados por los recorridos del balón, que suelen ser cortos y muy rápidos.
- **La flexibilidad.** Será importante el trabajo de la flexibilidad, principalmente a nivel de los músculos antagonistas, ya que si éstos

son poco elásticos actuarán prematuramente ejerciendo una acción frenadora en la contracción final de los agonistas, limitando así la amplitud del movimiento. Esto es de interés a nivel de la cintura escapular por la acción balística del brazo en el gesto del remate, en ella la amplitud del movimiento da mayor eficacia a la acción. Independientemente a esta puntualización, el trabajo de flexibilidad será esencial como medida preventiva de posibles lesiones, especialmente musculares.

- **La coordinación.** La coordinación es una cualidad física que adquiere un especial protagonismo en la práctica del voleibol. Esto es así, ya que, al ser un deporte de interacción, las acciones individuales tienen que estar adaptándose constantemente a las de los compañeros y adversarios. Al mismo tiempo, el jugador ha de estar siempre pendiente de que el balón no entre en contacto con el suelo. La actuación del jugador estará condicionada por todos estos elementos a los que se sumará una dificultad coordinativa como es la gran velocidad a la que transcurren las acciones de juego y la necesidad de precisión en las mismas.

Repercusión o impacto musculoesquelético

Se trata de un deporte en el que predominan las acciones explosivas en las que, por tanto, se hace una sollicitación brusca e intensa de las estructuras musculoesqueléticas principalmente implicadas en las acciones técnicas. De ello se deriva que no sea rara la aparición de lesiones por sobrecarga o por microtraumatismos de repetición en organismos no suficientemente preparados y en las articulaciones que soportan gran parte del trabajo del voleibol, como es el caso de las rodillas y los hombros.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

La práctica del voleibol está condicionada por la precisión en las acciones técnicas. Se trata de un deporte con un impacto musculoesquelético importante.

Tenis^{19,20,21}

El tenis es un deporte ampliamente practicado no sólo por quienes se dedican a él de forma competitiva, sino también por un amplio grupo de población que ha escogido el deporte de la raqueta como su actividad física de "fin de semana". Merece, pues, hacer mención de la implicación de las diferentes cualidades físicas en el juego con el fin de que sus practicantes puedan prepararse para jugar con las mayores garantías y puedan compensar una práctica en cierto modo unilateral.

Intervención de las diferentes cualidades físicas

- **La resistencia.** La extensa duración que puede llegar a tener un partido de tenis implica un papel protagonista de la resistencia aeróbica como cualidad física que permitirá al jugador afrontar con garantía la duración del partido y recuperarse lo más rápido posible en las frecuentes interrupciones que sufre el juego. Esto repercutirá en un mantenimiento de la intensidad del esfuerzo a lo largo del partido y, por tanto, en un mayor rendimiento en pista. Por otro lado, no se trata de un trabajo continuado, sino de acciones de alta intensidad (de una duración corta a media) separadas por breves pausas. Es un trabajo de tipo fundamentalmente anaeróbico el que determinará el éxito en los momentos puntuales de juego, aunque en el cómputo final será determinante el nivel de resistencia aeróbica.
- **La fuerza.** La fuerza exigida por el tenis a nivel de tren superior, y especialmente del lado dominante, determina la efectividad en una gran mayoría de las acciones técnicas. En éstas, la resistencia a vencer es mínima y el objetivo perseguido es la máxima velocidad de ejecución. Se trata de un trabajo de fuerza explosiva con el que se busca un golpeo fuerte que imprima velocidad a la pelota. A lo largo de un partido es necesario repetir estas acciones una y otra vez sin que la pérdida de efectividad sea sensible. Será, por tanto, esencial un buen nivel de fuerza en los músculos implicados. El trabajo de fuerza del tren superior supone un elemento diferenciador de otras disciplinas deportivas y por ello destacado en este apartado, hecho que no significa que sea menos importante el desarrollo de la fuerza explosiva a nivel del tren inferior para los desplazamientos cortos y saltos.

- **La velocidad.** La velocidad gestual es determinante para el rendimiento en el juego (junto al nivel de potencia mencionado en el apartado anterior) del brazo dominante, así como la velocidad en los desplazamientos cortos en los que tienen protagonismo las aceleraciones y cambios de dirección constantes.
- **La flexibilidad.** El trabajo de flexibilidad beneficiará al tenista dándole una amplitud de movimientos que repercutirá positivamente en las acciones técnicas como puede ser el caso del saque. Asimismo, permitirá al jugador llegar a posiciones forzadas y que esto no suponga un peligro de lesión muscular; por ejemplo, estirarse lateralmente para llegar a una volea baja.
- **La coordinación.** En el tenis, independientemente de un trabajo de coordinación dinámica general, es fundamental el desarrollo de la coordinación oculomanual. El tenista, en función de la trayectoria y fuerza con que se aproxima la pelota, debe ajustar el tono y la velocidad en que deben intervenir los músculos agonistas y antagonistas, así como situarse en la posición y el momento adecuados para impactar con la pelota. A través de esto se persigue una economía, naturalidad, adaptación y todo lo necesario para que el gesto resulte espontáneo y de máximo rendimiento mecánico.

Repercusión o impacto musculoesquelético

La práctica asidua y no compensada del tenis puede repercutir sobre la columna vertebral en el sentido de producir una sobrecarga muscular unilateral de la musculatura paravertebral. Esto puede llevar con el tiempo a la aparición de una escoliosis "postural", es decir, no estructurada y provocada por hipertono y retracción muscular paravertebral del lado dominante y un hipotono del lado contrario.

Aun siguiendo una técnica perfecta, el tenis sobrecarga la articulación del codo y los tendones que se insertan en el epicóndilo (epicondilitis o "codo de tenista"), tanto más si dicha técnica es defectuosa.

Al tratarse de un trabajo unilateral del tren superior, la práctica única y exclusiva del tenis puede llevar a una descompensación muscular en aquél, aspecto que hay que tener en cuenta a la hora de plantear la necesidad de un trabajo compensatorio.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

Deporte de predominio aeróbico. Existe un papel protagonista de la coordinación oculomanual. Se lleva a cabo un trabajo asimétrico a nivel del tren superior.

El karate^{22,23}

Las artes marciales se van convirtiendo, con el tiempo, en una práctica muy extendida dentro de la población occidental. Merece, pues, hacer mención de estas disciplinas y analizar con cierto detalle alguna de ellas. Se ha escogido el karate como especialidad de estudio al ser una de las disciplinas individuales que cuenta con más fichas federativas en nuestro país.

Intervención de las diferentes cualidades físicas

■ **La resistencia.** La competición de karate está compuesta por dos especialidades competitivas: las katas y el kumite (combate). La duración de ambas es muy corta (entre 1 min 30 s y 2-3 min), hecho que será significativo en el análisis de la vía energética que actúa de forma principal en la competición de karate. La escasa duración en el tiempo de las dos especialidades competitivas del karate indica que el tipo de resistencia que determina el rendimiento en competición es la anaeróbica láctica. Se trata de la ejecución de acciones muy rápidas, es decir, de alta intensidad durante un tiempo relativamente corto. El deportista que quiera dedicarse al karate de competición deberá enfocar su entrenamiento de resistencia a mejorar su tolerancia al lactato.

■ **La fuerza.** El trabajo muscular en la práctica del karate es fundamentalmente de tipo dinámico. Son frecuentes las contracciones concéntricas de tipo explosivo a nivel de las extremidades superiores ("puñetazos") e inferiores, especialmente de sus músculos elevadores ("patadas"). Es también importante el trabajo excéntrico para el mantenimiento de las posiciones de flexión, que se podría considerar como la posición básica de karate, en la que se busca equilibrio y estabilidad. No obstante, en las acciones del karateka se

dan, a su vez, momentos de predominancia isométrica, sobre todo en la katas. Las katas son posiciones y formas plásticas que ocasionalmente se alternan con movimientos explosivos para cambiar dichas posiciones y formas. Se pasa de una posición estática (contracción isométrica) a otra dinámica con la mayor velocidad de contracción posible).

■ **La velocidad.** Es una cualidad fundamental y básica para el karateka, ya que en su mayoría se trata de acciones explosivas en las que la fuerza ha de pasar de cero al 100% en el momento del "impacto". La velocidad, por tanto, es un elemento esencial para la obtención de la fuerza, pero siempre tiene que estar bien controlada. Se trata de un desarrollo de la velocidad gestual, más que de una velocidad de desplazamiento, que en karate es muy corto y no incide tan directamente en el resultado obtenido.

■ **La coordinación.** Al igual que en tantas otras disciplinas deportivas, la coordinación tendrá un papel importante a la hora de facilitar una buena ejecución técnica y de que el gasto energético en la misma sea mínimo. Es deseable conocer los músculos que deben intervenir en cada una de las técnicas. Cuando los músculos son utilizados de forma específica se puede esperar una efectividad mayor. En el mismo sentido, cuanto menor sea el número de músculos empleados sin necesidad, menor será el gasto superfluo de energía. Los músculos que trabajen por completo y con armonía, es decir, coordinadamente, producirán una técnicas más fuertes y efectivas.

■ **La flexibilidad.** Se considera el karate como una de las disciplinas deportivas en las que la flexibilidad, independientemente de ser una cualidad física facilitadora y que contribuye a disminuir el riesgo de lesión, es un elemento importante en la obtención del rendimiento. Se trata de un trabajo de flexibilidad activa en el que es esencial la relajación y elongación de la musculatura antagonista delante de la contracción explosiva de la musculatura agonista para obtener una elevada amplitud del movimiento, como es la que exigen las patadas en karate.

Repercusión o impacto musculoesquelético

Al tratarse de una disciplina en la que hay movimientos explosivos y de gran amplitud, el riesgo de afectación muscular, especialmente en personas no preparadas, es más alto que en otras especia-

lidades. En el kumite, al haber una oposición directa entre dos contrincantes, la posibilidad de que se produzcan contusiones no es rara, aunque el reglamento prohíbe el contacto directo con el blanco que se persigue. Se trata de que las dos personas que se enfrentan hagan una demostración técnica controlando todos sus ataques tanto directos (tsuki) como indirectos (uchi), pero aun así el índice de "accidentes" se puede considerar alto.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

En karate, "los tres factores principales son el uso correcto de la fuerza, la rapidez o la lentitud en la ejecución de las técnicas y la flexibilidad del cuerpo".²²

EL ATLETISMO, LA NATACIÓN Y EL CICLISMO

El análisis de estas tres disciplinas deportivas se incluye en el mismo apartado al tener una serie de características en común:

- Son disciplinas individuales en las que la oposición del contrincante, en el caso de existir, es indirecta.
- Dentro de cada una de estas disciplinas existe una amplia gama de pruebas que van desde una duración corta (carreras de velocidad) hasta larga o muy larga (carreras de fondo o "resistencia ultralarga").
- Fuera del ámbito competitivo, son especialidades en las que es relativamente fácil el control de las variables intensidad y volumen. Son, por tanto, susceptibles de ser tomadas como propuesta de actividad física para programas de fitness y fomento de la salud.
- Aunque sirva a modo de anécdota, estas tres disciplinas forman parte de una misma especialidad competitiva, el triatlón, que va adquiriendo relevancia en los últimos tiempos.

El atletismo^{24,25}

Dentro del programa de competiciones de atletismo se incluyen gran variedad de disciplinas que dotan al que se ha venido a llamar

“deporte rey” de un amplio abanico de posibilidades en cuanto al desarrollo de las diferentes cualidades físicas. Se considera, por tanto, el atletismo como uno de los deportes más completos en el sentido de que en las diferentes pruebas de salto, lanzamiento y carrera tienen la oportunidad de llegar a su máxima expresión todas y cada una de las cualidades físicas con sus correspondientes subcategorías. Así los atletas pueden encontrar dentro de la gama de competiciones atléticas la que se adapte mejor a sus características personales.

Dentro de este apartado será analizado el papel de las diferentes cualidades físicas en las competiciones de carrera. Esto es así porque se considera que son las que cuentan con un mayor número de practicantes y facilidad en la extensión de su práctica a la población en general.

Intervención de las diferentes cualidades físicas

■ **La resistencia.** El papel protagonista de la resistencia en la determinación del rendimiento estará directamente relacionado con la distancia a recorrer en la prueba y, por tanto, con la duración de la misma. En las pruebas cortas, de velocidad (60 y 100 m), la vía principal de obtención de energía es la anaeróbica aláctica. En pruebas más largas (400 y 800 m) el rendimiento depende más directamente de la vía anaeróbica láctica. En las de larga duración va adquiriendo protagonismo la vía aeróbica de obtención de energía en la medida en que aumenta la distancia a recorrer. Las diferentes pruebas competitivas se pueden agrupar en las siguientes subcategorías:

- Velocidad: 60 - 100 - “400” m.
- Medio fondo: –corto: 800 - 1.500 m. prolongado: 3.000 - 5.000 - 10.000 m.
- Fondo: 1/2 maratón y maratón.

El entrenamiento de la resistencia permite al atleta soportar mejor la fatiga gracias a una adaptación progresiva. Este aspecto se hace más evidente en las pruebas de medio fondo y fondo, aunque no se ha de despreciar la oposición a la fatiga, derivada principalmente del acúmulo de lactato en las pruebas de velocidad.

■ **La fuerza.** Se define la fuerza como la capacidad del hombre a través de la cual éste es capaz de mover una masa (que en el caso de la carrera es el propio cuerpo). Es, por tanto, importante que el corredor desarrolle su fuerza, especialmente a nivel del tren inferior, para facilitar su traslación mediante el aumento de la longitud de la zancada. Ello no significa que deba descuidarse la realización de un trabajo compensado a nivel del tronco y el tren superior. Las diferentes formas de actividad muscular suelen subdividirse en conceptos intermedios. De entre ellos cabe distinguir la fuerza-velocidad, esencial para los corredores especializados en pruebas cortas, ya que les permitirá realizar zancadas amplias y con una gran frecuencia de movimiento. Por otro lado para los corredores de fondo es más interesante la fuerza-resistencia del músculo o grupo muscular durante la repetida contracción de éstos.

■ **La velocidad.** Resulta innecesario remarcar el papel esencial de esta cualidad en las pruebas cortas, en las que condiciona directamente el rendimiento. Es interesante señalar que la velocidad es cada vez más importante en el fondista para mejorar no sólo la fuerza terminal, sino también el ritmo de carrera.

■ **La coordinación.** Es importante para el corredor la realización de ejercicios de coordinación, especialmente a través de un trabajo de técnica de carrera. La diferencia entre un atleta coordinado y con una buena técnica y otro que carece de ello está en que el primero tendrá una carrera económica y efectiva y el segundo realizará movimientos desacompañados, que llegan a ser movimientos parásitos, consumen energía inútilmente y hasta pueden restar efectividad a la carrera.

■ **La flexibilidad.** Como en tantas otras disciplinas deportivas, la flexibilidad es una cualidad a desarrollar en el sentido de que condiciona el rendimiento deportivo, aunque no lo determine directamente. Un buen nivel de flexibilidad dará lugar a movimientos amplios, músculos elásticos que transportan más fácilmente la energía para su contracción y, por tanto, una mejor capacidad mecánica. Si no se desarrolla la flexibilidad y se repiten sistemáticamente ciertos movimientos del aparato muscular, éste tiende a estereotiparlos, produciendo un acortamiento y reducción de la elasticidad de los músculos que intervienen en dichos movimientos. Así el corredor cuya actividad se reduce a la carrera al final acorta la zancada y disminuye su capacidad de traslación.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

La cualidad más importante en su programa de ejercicio físico es la resistencia. El entrenamiento de la flexibilidad, coordinación y fuerza contribuye a mejorar el nivel de fitness. El impacto osteoarticular de la carrera es alto.

Repercusión musculoesquelética

Las lesiones traumáticas de tipo agudo son infrecuentes en corredores, ya que los accidentes son mínimos. Las lesiones específicas son las crónicas, también llamadas "por sobrecarga". Estas lesiones son causadas por microtraumatismos de repetición; son, por tanto, de origen mecánico y están directamente relacionadas con la morfología del corredor (la desalineación de los ejes corporales facilita la aparición de sobrecargas), con el entrenamiento realizado y con las características del calzado. Estas lesiones se localizan de forma casi exclusiva en el tren inferior; sirva como muestra de ellas los siguientes ejemplos: tendinitis aquilea, fascitis plantar, fracturas por estrés, etc.

La natación^{26,27,28}

En el programa competitivo de natación se incluyen pruebas correspondientes a los cuatro estilos: crol, espalda, braza y mariposa, con una distancia variable que va desde los 50 a los 1.500 m. Este hecho hace que según la duración de la carrera varíe el papel protagonista de unas y otras cualidades físicas.

Intervención de las diferentes cualidades físicas

- **La resistencia.** Es interesante para el nadador, especialmente en su etapa de iniciación, establecer una base aeróbica que acelere la recuperación del trabajo y favorezca directamente su rendimiento si compite en distancias largas. La resistencia aeróbica da al nadador la capacidad para:
 - Nadar más rápido en las pruebas largas.
 - Disminuir el ritmo de acumulación de lactato.
 - Retrasar la aparición de la fatiga en el transcurso de la prueba.

- Recuperarse más rápidamente después de los esfuerzos.

La resistencia anaeróbica láctica será determinante en pruebas cortas (100 y 200 m). Estos nadadores tendrán que entrenar su tolerancia al lactato para que el rendimiento se pueda prolongar en velocidades más elevadas. En la prueba de 50 m los cúmulos de lactato no son tan significativos y por tanto existe un papel predominante de la resistencia anaeróbica aláctica.

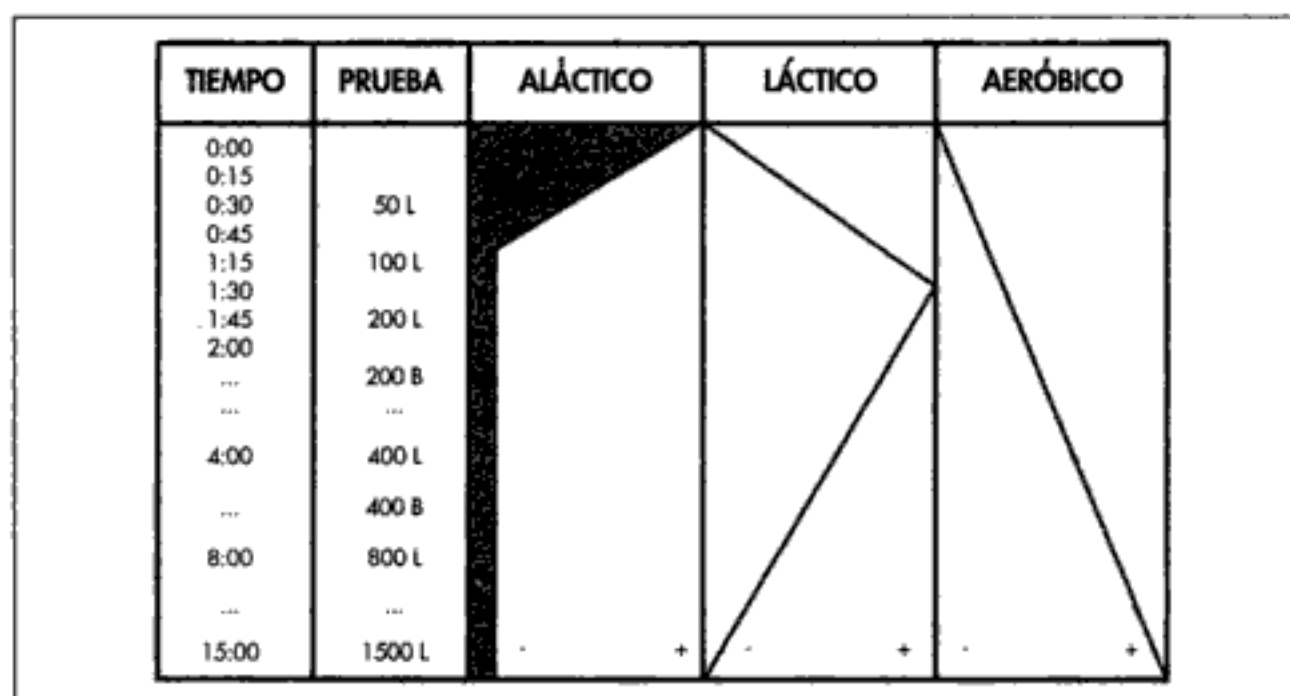


Figura 4.3 Fuentes energéticas utilizadas en diferentes pruebas de natación (Comité Olímpico Español, 1990. Natación).

- **La fuerza.** En el entrenamiento de la fuerza, el nadador busca mejorar la fuerza-resistencia de los músculos que le ayudan a propulsarse en los diferentes estilos, ya que éstos deben responder a trabajo repetido y cíclico. En las pruebas cortas, dado que la duración del trabajo es menor, éste puede ser más intenso y, por tanto, será más importante el desarrollo de la fuerza-velocidad. En cualquier caso, con el entrenamiento de la fuerza el nadador no busca aumentos excesivos de la masa muscular, con el consiguiente aumento de la superficie corporal, ya que esto supondría un aumento de la resistencia al avance del nadador, contrarrestando la ventaja que representaría para su rendimiento las ganancias en fuerza. Será de interés también para el nada-

dor el desarrollo de la fuerza explosiva del tren inferior para sacar mejor partido de las salidas e impulsos después de los virajes. Es de destacar la importancia del nivel de fuerza del tren superior, ya que en los diferentes estilos la brazada tiene un papel esencial en la propulsión. Esto supone un hecho diferenciador de las otras dos disciplinas incluidas en este apartado en las que el elemento esencial es el nivel de fuerza del tren inferior.

- **La velocidad.** Es determinante para el rendimiento en las pruebas cortas (50 y 100 m). Asimismo es de interés, aunque en menor medida, para quienes se dedican a distancias más largas con el fin de tener finales de carrera intensos y mejorar la velocidad de cruce.
- **La coordinación.** Es básico para el nadador conseguir una mecánica de brazada eficiente, lo que le permitirá llevar un tren determinado con un menor número de brazadas y/o con menor esfuerzo en cada una de ellas. Esto disminuye las necesidades totales de energía y comporta un nado más eficiente. Para que la brazada sea "económica", ésta tiene que ser técnicamente correcta, aplicando en ciertos momentos más fuerza propulsiva, en otros casos evitando puntos muertos en la aplicación de la fuerza y en otros compensando fuerzas internas.
- **La flexibilidad.** Es importante que el nadador tenga una buena flexibilidad ya que le va a facilitar la realización técnica, permite una mecánica más propulsiva en la brazada, se producen menos brusquedades en la alineación lateral y horizontal disminuyendo la resistencia que se ofrece al agua, hace menor el coste energético al reducir la resistencia interna a los movimientos y optimizar la utilización de las masas musculares y, por último, previene la aparición de lesiones crónicas en el nadador. Un buen nivel de flexibilidad es imprescindible principalmente en dos articulaciones: hombro y tobillo. La necesidad de una mayor amplitud del movimiento de éstas será en un plano u otro dependiendo del estilo en que compita el nadador.

Repercusión musculoesquelética

La natación es una disciplina deportiva que, al desarrollarse en el medio acuático en situación de levedad, supone una escasa repercusión articular. El índice de lesiones ligadas a la práctica de la natación es mínimo. Si éstas hacen su aparición suelen ser por sobrecarga en articulaciones no habituadas a sollicitaciones intensas y repetidas (como es el caso del hombro) o en aquellas en las que la técnica

del estilo altera el funcionamiento mecánico de la articulación (como es el caso de la rodilla en el estilo de braza). Son lesiones crónicas que suelen aparecer como consecuencia de la práctica intensa de la natación.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

Se trata de un deporte de bajo impacto osteoarticular, lo que lo convierte en referencia dentro de la prescripción de ejercicio físico.

El ciclismo^{29,30}

Se trata de una disciplina cíclica, en la que se van repitiendo sucesivamente los mismos movimientos a nivel del tren inferior. Biomecánicamente el trabajo realizado es muy semejante en las diferentes pruebas. Sin embargo, las numerosas especialidades y las distintas pruebas ciclistas existentes, tan dispares entre sí, permiten extenderse en un amplio abanico de esfuerzos que van desde la velocidad al fondo pasando por la velocidad-resistencia y el medio fondo.

Asimismo, las pruebas de ciclismo transcurren en diferentes entornos, siendo distintas las características del ciclismo en pista a las del ciclismo en carretera o de montaña y ciclocrós. Es estas últimas concurren muchos factores, independientemente de la preparación del deportista, como son la orografía, el clima, etc., que influyen en el rendimiento final del ciclista.

Intervención de las diferentes cualidades físicas

- **La resistencia.** Como se ha mencionado en el apartado anterior, las competiciones ciclistas ofrecen un amplio abanico de posibilidades en cuanto a distancia a recorrer y duración. De este modo en las carreras cortas, de velocidad, el trabajo será predominantemente anaeróbico aláctico. En la medida en que aumente la distancia a cubrir el predominio pasa a ser anaeróbico láctico y en distancias más largas, aeróbico. La importancia de la resistencia aeróbica, de la adaptación cardiovascular al esfuerzo y de las adaptaciones destinadas a lograr un mayor consumo de oxígeno es mayor cuanto más larga sea la distancia a recorrer.

- **La fuerza.** La fuerza en el deporte se define como la capacidad del organismo para vencer una resistencia. La resistencia en el ciclismo viene dada por una serie de factores, como son vencer (a): la resistencia del estado de reposo en la salida, (b) la resistencia del viento de cara en la competición de carretera, (c) la "atracción de la tierra" en las pendientes y (d) las fuerzas de tracción y del mecanismo de transmisión. Un buen nivel de fuerza es indispensable en todas las disciplinas del ciclismo. Sin embargo, dependiendo de éstas será más decisivo el desarrollo de un tipo de fuerza u otro:
 - No es muy importante la aportación de la fuerza máxima, ya que no se da una sola contracción a intensidad máxima, sino que éstas son repetidas.
 - La fuerza-velocidad o explosiva es esencial en disciplinas como 200, 500 y 1.000 m, y en otras especialidades para las llegadas a meta.
 - La fuerza-resistencia es la cualidad más destacable, ya que normalmente se trata de la realización de trabajos de fuerza de larga duración.
- **La velocidad.** Es la expresión del esfuerzo máximo que permite recorrer la mayor distancia posible en una unidad de tiempo. Este esfuerzo máximo se puede mantener durante muy poco tiempo (6-7 s), por lo que será determinante en pruebas cortas y en las demás disciplinas para las llegadas a meta y para contribuir al aumento del ritmo de pedaleo durante la carrera.
- **La coordinación.** En el ciclista es de especial interés la coordinación inter e intramuscular de los grupos musculares del tren inferior que intervienen en el pedaleo con el fin de que éste sea el más económico posible. La importancia de este tipo de coordinación es mayor, si cabe, en las pruebas de velocidad, ya que tiene que haber una rápida alternancia entre contracción y relajación muscular, y en las de fondo, en las que la fatiga supone un elemento de dificultad para dicha coordinación.
- **La flexibilidad.** El arco de movimiento en las acciones del ciclista no es excesivamente amplio, por lo que se puede afirmar que la flexibilidad no es una cualidad que determine directamente el rendimiento en ciclismo. Sin embargo, sí es importante para el mantenimiento de una musculatura elástica que transporte más fácilmente la energía para su contracción y que se relaje con facilidad en la continua alternancia entre contracción y relajación.

Repercusión musculoesquelética

La práctica del ciclismo no conlleva traumatismos importantes para las articulaciones que intervienen en el pedaleo. Sí puede causar lesiones crónicas por microtraumatismos de repetición especialmente en la articulación de la rodilla, muchas veces como consecuencia de la aplicación de un desarrollo demasiado fuerte. No es raro encontrar en pruebas de muy larga duración a ciclistas con problemas musculares como consecuencia de la fatiga, como es el caso de los calambres musculares.

Por último, hay que mencionar la posible existencia de lesiones agudas derivadas de caídas que, afortunadamente, no son muy frecuentes, pero que en algunas ocasiones revisten cierta gravedad.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

Disciplina cíclica con predominio de trabajo del tren inferior. Punto de referencia en programas para la mejora de la adaptación cardiovascular al esfuerzo.

AUTOEVALUACIÓN • AUTOEVALUACIÓN • AUTOEVALUACIÓN

- 1 Definir los tipos de trabajo físico más importantes que intervienen en la mayoría de los deportes.
- 2 ¿Cuál es el comportamiento de la TAD en el trabajo isométrico en una persona sana?
- 3 ¿Qué función tiene la maniobra de Valsalva sobre la TA durante la contracción isométrica?
- 4 De los deportes especialmente analizados en este capítulo, indicar en cuál de ellos el tipo de trabajo desarrollado es de predominio aeróbico.
- 5 ¿Cuáles son las disciplinas deportivas que se adaptan mejor a los programas de promoción y mantenimiento de la salud?
- 6 Señalar disciplinas deportivas de moderada a alta repercusión cardiovascular: tres cuyo trabajo sea predominantemente dinámico y otras tres en las que el trabajo sea predominantemente isométrico.
- 7 Citar dos de los factores implicados en el consumo de oxígeno durante el ejercicio.
- 8 La respuesta cardiovascular a largo plazo del trabajo dinámico se caracteriza por cambios en la estructura cardíaca. ¿Cuáles son los más evidentes?
- 9 ¿Cuál es el incremento de la TAS durante el trabajo dinámico en relación con el gasto energético?
- 10 ¿Cuál de los deportes analizados supone un impacto osteoarticular menor para la persona practicante?
- 11 ¿Qué implica el desarrollo de la flexibilidad en la mayoría de los deportes expuestos?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bruce, R.A. (1977). "Current concepts on cardiology". *N. Engl J Med.* 296. pp. 671-674.
2. Pons, G.; Carreras, F.; Borrás, X.; Cladellas, M.; Ballester, M. y Serra, J.R. (1987). "Insuficiencia mitral detectada por ecocardiografía Doppler en atletas corredores de maratón". *Med Clin (Barc)*. 89. pp. 95-98.
3. Pellicia, A.; Maron, B.J.; Spataro, A.; Proschan, M.A. y Spirito, P. (1991). "The upper limit of physiologic cardiac hypertrophy in highly trained elite athletes". *N Engl J Med.* 324. pp. 295-301.
4. Kiyonaga, A.; Arakawa, H.; Tanaka, H. y Shido, M. (1985). "Blood pressure and hormonal responses to aerobic exercise". *Hypertension*. 7. pp. 125-131.
5. Mitchell, J.H.; Payne, F.C.; Saltin, B. y Schibye, B. (1980). "The role of muscle mass in the cardiovascular response to static contractions". *J. Physiol (Lond)*. 309. pp. 45-54.
6. Bonde Petersen, F.; Mork, A.L. y Nielsen, E. (1975). "Local muscle blood flow and sustained contractions of human arms and back muscles". *Eur J Appl Physiol.* 34. pp. 43-50.
7. Mac Dougall, J.D.; Mc Levie, R.S. y Moroz, D.E. (1992). "Factors affecting blood pressure during heavy weight lifting and static contractures". *J Appl Physiol.* 73. pp. 1590-97.
8. Mc Ardle, W.D.; Katch, F.I. y Katch, V.L. (1991). *Exercise physiology, energy nutrition and human performance*. Filadelfia: Lea & Febiger.
9. Mac Dougall, Ph.D. "Blood pressure response to resistive, static and dynamic exercise". En: Fletcher, G. (Ed.). (1994). *Cardiovascular response to exercise*. NY: Futura.
10. Mitchell, J.H.; Haskell, L.W. y Rovent, P.B. (1994). "Classification of sports. Bethesda Conference". *J Am Coll Cardiol.* 24. pp. 245-249.
11. Hernández Moreno, J. (1988). *Baloncesto, iniciación y entrenamiento*. Barcelona: Paidotribo.
12. Colli, R.; Faina, M.; Lupo, S.; Gallozz, C. y Marini, C. (1989). "La preparación física en los juegos deportivos". *Revista de Entrenamiento Deportivo*. III. 5-6; septiembre-diciembre.
13. Matveev, L. (1991). "El entrenamiento y su organización". *Revista de Entrenamiento Deportivo*. V. 1; enero-febrero.
14. Seirullo, F. (1986). "Opció de Planificació en els esports de llarg període de competicions". *Congrés de Planificació i Control de l'Entrenament*. Lleida; 26-27/VI.
15. Asociación Española de Entrenadores de Baloncesto (1991). Se-

- minario de Preparación Física en el Baloncesto. Toledo.
16. Manno, R. (1991). *Fundamentos del entrenamiento deportivo*. Barcelona: Paidotribo.
 17. Unisport. (1986). "Programa de perfeccionamiento para entrenadores de voleibol". En: *IV Jornadas sobre especialidades deportivas*.
 18. Comité Olímpico Español. (1992). *Voleibol*.
 19. Applewhaite, Ch. y Moss, B. (1992). *Tenis completo*. Barcelona: Hispano Europea.
 20. Comité Olímpico Español. (1993). *Tenis II*.
 21. Real Federación Española de tenis. (1987). *Escuela nacional de maestría de tenis*.
 22. Nakayama, M. (1979). *Karate Superior. Compendio*. Bilbao: FHER, S.A.
 23. Nakayama, M. (1976). *La dinámica del karate. Técnicas de parada y contraataque*. Bilbao: FHER, S.A.
 24. Zaporozhanov, V.A.; Sirenko, V.A. y Yushko, B.N. (1992). *La carrera atlética*. Barcelona: Paidotribo.
 25. Billouin, A. (1992). *Atletismo I*. Barcelona: Hispano Europea.
 26. Wilke, K. y Madsen, O. (1990). *Das Training des Jugendlichen Schwimmers*. Verlag Karl Hoffmann. República Federal Alemana.
 27. Comité Olímpico Español. (1990). *Natación*.
 28. Maglischo, E.W. (1992). *Nadar más rápido. Tratado completo de natación*. Barcelona: Hispano Europea.
 29. Pérez, J.C. (1981). *Nuevo ciclismo agonístico*. Madrid: Pila Teleña.
 30. Comité Olímpico Español. (1990). *Ciclismo*.

Cuantificación de la actividad física: métodos y aplicaciones

Dr. Ricard Serra Grima
Mónica Llach Calmó

RESUMEN • RESUMEN • RESUMEN • RESUMEN

Se ha demostrado que existe relación inversa entre actividad física y enfermedad cardiovascular. Asimismo, existe evidencia de que se obtienen más beneficios en proporción al nivel de intensidad física, lo que justifica la proporción de ejercicio físico con criterios objetivos.

Para evitar riesgos en el supuesto de que el nivel de actividad física sea superior al recomendado, o insuficiente, con lo cual no se conseguirían los beneficios esperados, debería cuantificarse la actividad física en gasto energético (kcal/semana).

Existe amplia documentación sobre el gasto energético en las actividades más corrientes y en el ejercicio físico. Esto permite conocer el gasto energético de una persona que puede o no participar en un programa de ejercicio físico supervisado.

Se dispone de cuestionarios para investigar la actividad física en la población general que tienen validez en estudios epidemiológicos. En el seguimiento de pacientes dentro de programas de prevención primaria y secundaria de la enfermedad cardiovascular se debe aconsejar la anotación diaria de las actividades que se llevan a cabo. El propósito es disponer de información sobre el gasto energético semanal y su desviación sobre la prescripción que se ha realizado en base a su nivel de fitness, y disponibilidad horaria.

Palabras clave: Actividad física. Gasto energético. Cuestionario.

INTRODUCCIÓN

La actividad física y deportiva programada con los objetivos de ocupar el tiempo libre y a la vez promover la salud ha de estructurarse con todos los detalles para evitar la presentación de complicaciones y reducir el absentismo, que es bastante frecuente, en especial cuando el entrenamiento no tiene carácter competitivo.

Los participantes en un programa de ejercicio físico han de recibir las explicaciones sobre cuáles son los objetivos, tipo de trabajo, intensidad, duración de cada una de las sesiones y número de sesiones a la semana. Debe recomendarse que se anote en un diario la actividad física (deportiva, laboral, recreativa) que se ha realizado. Si se trata de un entrenamiento regular, se indicará la sensación experimentada durante y después de haber finalizado el entrenamiento.

Los objetivos que se persiguen al controlar la actividad física total tienen mayor alcance que su implicación en la mejora de la capacidad física y el rendimiento. Se ha demostrado que existe estrecha relación entre actividad física y salud cardiovascular. Por este motivo interesa conocer con la mayor aproximación deseable el trabajo físico realizado y valorar si esta actividad es suficientemente intensa para promover cambios significativos sobre la salud y en especial sobre el corazón.

En el deportista de competición el volumen y la intensidad del entrenamiento se relacionan con la mejora del rendimiento deportivo. En personas que llevan a cabo programas de acondicionamiento físico, el volumen e intensidad de un programa se relacionan con un incremento progresivo del rendimiento físico y en beneficios sobre la salud que, en último término, es lo que debe promocionarse.

Los programas de ejercicio de amplios grupos de población pueden valorarse con datos más objetivos si la cuantificación de la actividad física en gasto energético se realiza con métodos fiables. Uno de los sistemas utilizados es el cuestionario pese a sus limitaciones. Se ha mencionado anteriormente la utilidad del diario en que se hacen las anotaciones sobre actividad física. Esto permite conocer con bastante aproximación la cantidad de ejercicio y a la vez constituye un refuerzo positivo para eliminar el absentismo sin causa realmente justificada. La adhesión a los programas de entrenamiento es un factor básico para conseguir los efectos y beneficios del ejercicio físico.

El éxito de la prevención primaria y secundaria de la enfermedad cardiovascular está directamente relacionado con la duración de los

programas de ejercicio físico. Por esta razón se recomienda su implantación en la etapa escolar y su mantenimiento a lo largo de los años introduciendo las precisas modificaciones por el cambio de las circunstancias personales y laborales, aspectos por los cuales el itinerario deportivo de cada persona se ve modificado.

En este capítulo se revisarán los métodos más prácticos utilizados en la cuantificación del gasto energético y el compendio de actividades físicas: clasificación del coste energético de las actividades en las que se realiza trabajo físico.¹ Se hace asimismo una breve revisión de los estudios epidemiológicos de mayor relieve llevados a cabo en los últimos años.

CONCEPTO DE GASTO ENERGÉTICO

El gasto energético basal se define como el gasto calórico de un individuo en posición cómoda y relajada equivalente al consumo de oxígeno de $3,5 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ o 1 kcal.kg^{-1} . Con la edad se produce una reducción de un 2% por década en la capacidad del organismo en incrementar el consumo de oxígeno y en consecuencia la capacidad para realizar mayor trabajo físico.² El gasto energético de las mujeres es inferior al de los hombres y ello se debe al mayor porcentaje de grasa corporal de las primeras. Los factores ambientales (el frío particularmente), el embarazo y la acción dinámica específica de los alimentos inciden sobre el ritmo metabólico basal.

La modificación del gasto energético más acusada se produce con la actividad física. Varía con el tipo de ejercicio, la intensidad y, obviamente con la duración. Si el ejercicio físico se realiza en condiciones ambientales desfavorables, frío o altas temperaturas, para una misma intensidad, el gasto energético es superior. En su determinación interviene el gasto energético basal más el que produce la actividad que se desarrolla. Así, el gasto neto se obtendría de restar al gasto energético total el gasto energético basal:

$$\text{Gasto energético neto} = \text{gasto energético total} - \text{gasto energético basal}$$

Otros factores que modifican el gasto energético son el ritmo, la habilidad y las aptitudes generales. Una persona con dominio de una especialidad y buen nivel de capacidad física realiza un trabajo más eficiente, con menos coste energético. Cuanto mayor sea la dificultad técnica de una actividad, más incremento habrá del gasto energético en las personas con aptitudes limitadas.

La dificultad en clasificar las actividades según el gasto energético se debe a que todos los factores a los que se ha hecho referencia desempeñan una función importante cuya valoración es, en gran medida, bastante subjetiva. Si se toma como ejemplo una actividad habitual como es nadar a estilo libre se comprueba por simple análisis de los movimientos en el agua, la diferencia que existe entre el nadador entrenado y un adulto con escasa experiencia. El gasto energético en un caso o en el otro puede variar entre un 20 y 30% debido al esfuerzo innecesario que se realiza por una técnica deficiente, escasa habilidad y falta de experiencia. De la economía del movimiento (eficiencia energética) y las cualidades técnicas depende el incremento más o menos importante sobre el gasto energético normal en cualquier actividad.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

El gasto energético se cuantifica en kcal o MET.

Gasto energético en actividades más comunes

El gasto energético de una actividad depende de sus características propias y de factores personales y ambientales. Esto pone en antecedentes sobre la existencia de una variabilidad nada despreciable que ha de considerarse al realizar la cuantificación de una forma objetiva. Los valores que se obtienen son bastante aproximados y, en consecuencia, perfectamente válidos. Lo realmente importante es disponer de un método, aunque no sea el ideal, que permita cuantificar la actividad física de la forma más aproximada. Al utilizar el mismo método de cuantificación es posible comprobar resultados de los estudios en diversos grupos de población porque el margen de error sería común.

Gasto energético al andar

El consumo energético en reposo varía entre $200\text{--}250\text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}$ de oxígeno. El cociente entre el consumo de O_2 por kg de peso equivale al gasto energético por kg y min. Así, por ejemplo, si el $\dot{\text{V}}\text{O}_2$ de una persona de 60 kg es $220\text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}$, el equivalente metabólico es $3,6\text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ (1 MET). Una persona de 70 kg consume una cantidad

de oxígeno algo mayor, por ejemplo, $250 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$ y el equivalente resultante es $3,5 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.

Un MET equivale a una $\text{kcal} \cdot \text{min}^{-1}$. El consumo de $1.000 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$ equivale a $5 \text{ kcal} \cdot \text{min}^{-1}$ y el de $200 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$ a $1 \text{ kcal} \cdot \text{min}^{-1}$. Así pues, desde un punto de vista práctico se establece que 1 MET equivale a una $\text{kcal} \cdot \text{min}^{-1}$.

El método más adecuado para determinar el gasto energético de una actividad determinada, en este caso andar, es medir las kcal requeridas en reposo y multiplicar por los valores en MET que se requieren para realizarla.

En la tabla 5.1 se muestra cuál es el gasto energético al andar en diversas condiciones y circunstancias, pero, para una mejor comprensión, se comentarán algunos aspectos de la propia actividad de andar, correr o nadar. Se puede andar sobre terreno llano, con pendiente, asfalto o caminos de tierra. A la vez, se puede andar con o sin carga y a temperaturas diversas. Todos estos factores influyen sobre el gasto energético total después de un tiempo de actividad. Se ha observado que al andar a unas velocidades entre 3 y $5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ la relación entre velocidad y consumo de O_2 es lineal. A velocidades superiores, el andar es menos eficiente, se incrementa el consumo de oxígeno más de lo que corresponde para el trabajo realizado. En estudios efectuados en atletas de marcha atlética se ha demostrado que para moverse a velocidades de 8 - $9 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ es más costoso andar que correr.³ Desde el punto de vista del rendimiento, andar a este ritmo es poco eficiente, pero, si lo que realmente interesa es aumentar el gasto energético, es, por el contrario, una ventaja. En menos tiempo de actividad el trabajo físico es superior.

Andar sobre un terreno abrupto produce un gasto energético más elevado que andar sobre un terreno llano, como puede observarse en la tabla 5.1. Cambios en el peso de los zapatos o colocar bandas pesadas en los tobillos (equivalente al $1,4\%$ del peso corporal) supone un incremento del 8% y seis veces más que llevarlos a la espalda.⁴ Éstas son algunas de las dificultades añadidas a la simple actividad de andar que modifican sensiblemente el esfuerzo y por consiguiente el gasto energético. Al cuantificar la actividad física estos detalles deben valorarse para lograr una mayor aproximación en la determinación del gasto energético real. Todas estas recomendaciones y la precisión sobre la cantidad de ejercicio, los detalles sobre cómo y en qué condiciones se realiza una actividad tan elemental como caminar, constituyen un aliciente para las personas a las que se estimula a realizar ejercicio.

TABLA 5.1.
Compendio de actividades físicas más utilizadas⁷

EJERCICIO EN BICICLETA	MET
• Ir en bicicleta de montaña	8,5
• Ir en bicicleta <16 km.h ⁻¹ , en general, por ocio, para ir a trabajar o por placer.....	4,0
• Ir entre 16 y 19 km.h ⁻¹ , por ocio, trabajo suave, ritmo lento.....	6,0
• Ir entre 19,2 y 22,2 km.h ⁻¹ , por ocio, trabajo moderado	8,0
• Ir entre 22,4 y 25,4 km.h ⁻¹ , por ocio, para competición, ritmo rápido, trabajo fuerte.....	10,0
• Ir entre 25,6 y 30,4 km.h ⁻¹ , para competición, sin paradas o ritmo > a 30,4 km.h ⁻¹ parando, a un ritmo muy rápido, caso de competición general.	12,0
• Ritmo > a 30 km.h ⁻¹ , para competición sin paradas	16,0
EJERCICIO DE ACONDICIONAMIENTO	MET
• Bicicleta estática, en general	5,0
• Bicicleta estática a 50 W, trabajo muy suave	3,0
• Bicicleta estática a 100 W, trabajo suave	5,5
• Bicicleta estática a 150 W, trabajo moderado	7,0
• Bicicleta estática a 200 W trabajo fuerte	10,5
• Bicicleta estática a 250 W, trabajo muy fuerte	12,5
• Ejercicios calisténicos, levantar (apretar, tirar, levantarse con peso), trabajo pesado, trabajo fuerte.....	8,0
• Ejercicios calisténicos, ejercicios en casa, suaves o moderados (subir y bajar escaleras).....	4,5
• Circuito de entrenamiento general	8,0
• Levantar pesos o hacer culturismo, trabajo fuerte	6,0
• Ejercicios de salud en general.....	5,5
• Remar con ergómetro estático general	9,5
• Remar con ergómetro estático a 50 W, trabajo suave	3,5
• Remar con ergómetro estático a 100 W, trabajo moderado	7,0
• Remar con ergómetro estático a 150 W, trabajo fuerte	8,5
• Remar con ergómetro estático a 200 W, trabajo muy fuerte	12,0



TABLA 5.1.
Compendio de actividades físicas más utilizadas (continuación)⁷

EJERCICIO DE ACONDICIONAMIENTO (continuación)	MET
Bailes	
• Instructor de aeróbic.....	6,0
• Aquagym	4,0
• Aeróbic, ballet o baile moderno.....	6,0
• Aeróbic general.....	6,0
• Aeróbic de bajo impacto.....	6,0
• Aeróbic de alto impacto	7,0
• Baile en general.....	4,5
• Bailes de salón rápidos (disco, folk, etc.)	5,5
• Bailes de salón lento.....	3,0
ACTIVIDADES DE PESCA Y CAZA	
MET	
• Pescar en general	4,0
• Pescar desde la orilla del río y andando.....	5,0
• Pescar desde una barca y sentado.....	2,5
• Cazar en general.....	5,0
ACTIVIDADES EN CASA	
MET	
• Limpiar la alfombra.....	2,5
• Limpiar el coche, garaje, ventanas, trabajo fuerte.....	4,5
• Limpiar la casa o habitaciones, en general	3,5
• Limpieza suave (polvo, pasar la aspiradora, cambiar sábanas), trabajo moderado.....	2,5
• Lavar platos en general sin desplazamientos o quitando la mesa	2,3
• Cocinar o preparar comida derecho o sentado, en general, sin desplazamientos.	2,5
• Ir de compras (andando).....	2,3
• Andar o correr jugando con los niños, trabajo moderado	4,0
• Andar o correr con los niños, trabajo fuerte	5,0
• Cortar madera, fuerte	7,5



TABLA 5.1.
Compendio de actividades físicas más utilizadas (continuación)⁷

ACTIVIDADES EN RELACIÓN AL TRABAJO	MET
• Andar en el trabajo a $< 3,2 \text{ km.h}^{-1}$	2,0
• Andar en el trabajo a $4,8 \text{ km.h}^{-1}$	3,5
• Andar en el trabajo a $5,6 \text{ km.h}^{-1}$	4,0
• Andar a 4 km.h^{-1} , poco a poco transportando objetos no pesados $< 9,8 \text{ kg}$	3,0
• Andar a $4,8 \text{ km.h}^{-1}$ transportando objetos no pesados	4,0
• Andar a $5,6 \text{ km.h}^{-1}$ transportando objetos no pesados	4,5
• Andar bajando escaleras transportando objetos entre $9,8\text{-}19,2 \text{ kg}$	5,0
• Andar bajando escaleras transportando objetos entre $19,6\text{-}29,1 \text{ kg}$.	6,5
• Andar bajando escaleras transportando objetos entre $29,3\text{-}38,9 \text{ kg}$.	7,5
• Andar bajando escaleras transportando objetos $> 39,3 \text{ kg}$	8,5
CORRER	MET
• Combinación de correr y andar inferior a $10'$	6,0
• Correr en general	7,0
• Correr a 8 km/h	8,0
• Correr a $8,3 \text{ km/h}$	9,0
• Correr a $9,6 \text{ km/h}$	10,0
• Correr a $10,7 \text{ km/h}$	11,0
• Correr a $11,2 \text{ km/h}$	11,5
• Correr a 12 km/h	12,5
• Correr a $12,8 \text{ km/h}$	13,5
• Correr a $13,7 \text{ km/h}$	14,0
• Correr a $14,4 \text{ km/h}$	15,0
• Correr a 16 km/h	16,0
• Correr a $17,4 \text{ km/h}$	18,0
• Correr por la montaña (cross)	9,0
• Correr estático	8,0
• Correr subiendo escaleras	15,0
• Entrenamiento de atletismo	10,0
• Entrenamiento de maratón	8,0
• Rodar en general	3,0



TABLA 5.1.
Compendio de actividades físicas más utilizadas (continuación)⁷

ANDAR	MET
• Transportar alguna carga en general	9,0
• Transportar cargas de 0,39-5,90 kg	5,0
• Transportar cargas de 6,29-9,44 kg	6,0
• Transportar cargas de 9,8-19,2 kg	8,0
• Transportar cargas de 19,6-29,1 kg	10,0
• Transportar cargas > 29,1 kg	12,0
• Subir montañas con cargas de 0-3,5 kg	7,0
• Subir montañas con cargas de 3,9-7,8 kg	7,5
• Subir montañas con cargas de 8,2-16,5 kg	8,0
• Subir montañas con cargas > 29,1 kg	9,0
• Andar bajando escaleras	3,0
• Marcha rápida militar	6,5
• Competición andando	6,5
• Subir montañas o precipicios	8,0
• Andar a ritmo < 3,2 km.h ⁻¹ por tierra	2,0
• Andar a 3,2 km.h ⁻¹ por tierra	2,5
• Andar a 4 km.h ⁻¹ sobre una superficie lisa	3,0
• Andar a 4 km.h ⁻¹ , de bajada	3,0
• Andar a 4,8 km.h ⁻¹ , a ritmo moderado, en una superficie llana	3,5
• Andar a 5,6 km.h ⁻¹ , a ritmo moderado, en una superficie llana	4,0
• Andar a 5,6 km.h ⁻¹ de subida	6,0
• Andar a 6,4 km.h ⁻¹ , a ritmo bastante moderado, en una superficie lisa	4,0
• Andar a 7,2 km.h ⁻¹ , ritmo muy rápido	4,5
• Andar por placer, o para sacar al perro a pasear	3,5
• Andar por el césped	5,0



TABLA 5.1.
Compendio de actividades físicas más utilizadas (continuación)⁷

NADAR	MET
• Piscinas, estilo libre, rápido, trabajo fuerte	10,0
• Piscinas, estilo libre, poco a poco, con esfuerzo moderado o ligero	8,0
• Espalda en general	8,0
• Braza en general	10,0
• Mariposa	11,0
• Crol rápido (75 yardas/min), trabajo fuerte	11,0
• Crol lento (50 yardas/min), trabajo moderado o ligero	8,0
• Nadar en el lago, mar, río	6,0
• Nadar por placer	6,0
• Natación sincronizada	8,0
• Nadar, andar en el agua, trabajo fuerte	10,0
• Nadar, andar en el agua, trabajo moderado	4,0
• Waterpolo	10,0
ACTIVIDADES DE INVIERNO	MET
• Patinar sobre hielo a 14,4 km.h ⁻¹ o menos	5,5
• Patinar en general	7,0
• Esquiar en general	7,0
• Esquí de fondo a 4 km.h ⁻¹ , trabajo suave, andando	7,0
• Esquí de fondo entre 6,4 y 7,8 km.h ⁻¹ , trabajo moderado	8,0
• Esquí de fondo entre 8 y 12,6 km.h ⁻¹ , trabajo fuerte	9,0
• Esquí de fondo a ritmo >12,8 km.h ⁻¹	14,0
• Esquí de montaña (subiendo)	16,5
• Esquí de competición, descenso	8,0
→	

El andar es una alternativa de actividad física de intensidad moderada que tiene mínimo impacto osteoarticular y está al alcance de una amplia mayoría de personas. Un estudio realizado por Spelman⁵ sobre caminantes habituales que realizaban ejercicio físico a una intensidad de acuerdo con sus características personales ha demostrado que el gasto energético por semana que se produce en estas condiciones es suficiente para promover cambios en el organismo asociados a la mejoría de la salud. La mayoría de los adultos sanos pueden imponer a la marcha un ritmo vigoroso y conseguir un gasto energético más alto. Esta modalidad de marcha reúne las mismas ventajas que andar a ritmo más suave en lo que hace referencia al impacto osteoarticular. El incremento de $\text{kcal}\cdot\text{min}^{-1}$ equivale a mejorar los efectos beneficiosos sobre la salud. En el mismo estudio, el gasto energético semanal en caminantes habituales es 1.127 ± 780 kcal. La marcha vigorosa permite alcanzar las 2.000 kcal/semana, aumento que incide significativamente sobre la capacidad física y la salud en sentido más amplio.

Ejemplos de cálculo de gasto energético al andar: El consumo de energía se puede expresar en kcal/kg de peso corporal, kcal/hora o kcal/24 h. El gasto energético de una actividad es la medida de kcal consumidas en reposo multiplicado por el gasto calórico en MET de las actividades más comunes que se relacionan en la tabla 5. Debido a que el gasto energético varía significativamente con el peso corporal, si se aplica este factor, el cálculo resulta más exacto. Una persona de 60 kg de peso que anda unos 4 km/hora gasta 4 kcal/kg o 4 MET. Si anda 60 minutos, el gasto total es $4 \text{ MET} \times 60 \text{ kg} \times 60 \text{ minutos}/60 \text{ minutos} = 240 \text{ kcal}$. En el supuesto que la persona pese 70 kg el gasto energético es el siguiente: $4 \text{ MET} \times 70 \times 60 \text{ min}/60 \text{ minutos} = 326 \text{ kcal}$. Este método se puede aplicar a otras actividades deportivas y recreativas.

Gasto energético en la carrera

Correr o hacer jogging se puede realizar a diferentes niveles de intensidad en función de las características del terreno, clima, objetivos del entrenamiento y fitness individual. Un ritmo demasiado rápido al andar resulta incómodo y supone un gasto energético superior que al correr. Esto ocurriría a una velocidad alrededor de $8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ en personas entrenadas, como ya se ha dicho anteriormente.

El gasto energético guarda relación con el ritmo que se impone en la carrera o al andar. Si el objetivo es cubrir una distancia de por ejemplo 10 km, el gasto energético será el mismo tanto si se realiza en una hora, que equivale a un ritmo de 5 min el km, como si se invierten 2 h. Correr a un ritmo de 5 min el km ($12 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) supone un gasto energético de $12,5 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$, mientras que al andar a un ritmo de $6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ el gasto es $4,5 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$, es decir, el gasto energético total de ambos casos es aproximado.

El factor tiempo es determinante y condiciona algunos aspectos de los programas de ejercicio físico. Si la intensidad es ligera, para alcanzar un gasto energético suficiente hay que invertir un tiempo. Por el contrario, si la intensidad es fuerte, con menos tiempo se alcanza el objetivo, pero en este caso la mayoría no está en condiciones de realizarlo y, adicionalmente, puede favorecer la presentación de complicaciones.

En el gasto energético de la carrera y del caminar interviene el peso corporal. No consume la misma energía un corredor de 55 kg que uno de 70 kg; la relación entre energía neta consumida por km recorrido es 1 kcal por peso corporal. Así, el que pesa 70 kg, después de recorrer 1 km ha gastado 70 kcal. Para una carrera de larga distancia, de 42 km (26 millas), un atleta gastará unas 2.600 kcal independientemente de si corre la distancia en 2 h y 10 min o en 4 h. Esto pone de manifiesto que el ritmo más o menos rápido tiene trascendencia en el ámbito de la competición pero no en el gasto energético para una distancia determinada.

Gasto energético en la natación

Éste es uno de los deportes más interesantes que merecen atención debido al tipo de trabajo, que es de amplio predominio dinámico, y al nulo impacto osteoarticular. Su recomendación es ilimitada y sólo sería actividad restringida para adultos que no dominen la técnica y para casos muy especiales.

La relación entre el coste energético, la velocidad y la habilidad muestra diferencia entre los estilos; es más difícil y costoso la braza seguido de la espalda y estilo libre en sujetos entrenados. En los no entrenados el gasto energético varía sensiblemente; no obstante, en todos los casos es superior a lo esperado debido al esfuerzo sobreañadido al desenvolverse en un medio natural no dominado por el

hombre. Éste es uno de los motivos que, en principio, limitaría su prescripción para pacientes adultos que no han nadado nunca. Existen métodos de aprendizaje que no suponen un esfuerzo importante y permiten adquirir la técnica suficiente para realizar esta actividad dentro de un programa general de ejercicio físico. Las mujeres pueden moverse con más rapidez que los hombres a igual gasto energético debido al mayor porcentaje de grasa corporal, que facilita la flotabilidad. Ésta sería una ventaja que incidiría especialmente en el ámbito competitivo.

Las actividades acuáticas al margen de la natación han adquirido gran protagonismo en los centros deportivos a los que acuden personas mayores con problemas osteoarticulares. La cualidad más relevante es la mínima repercusión sobre las articulaciones, lo que facilita la prescripción a la mayoría de las personas de edad aunque no sepan nadar. La intensidad del esfuerzo de los ejercicios que se realizan está en concordancia con las propias condiciones de los usuarios habituales de un centro deportivo o complejo acuático que acuden para realizar actividad física con el objetivo de mejorar su salud. Se trabajan todas las cualidades físicas sin provocar efectos secundarios y la amplia variedad de ejercicios que pueden programarse hace que las sesiones sean muy amenas, lo que contribuye a fomentar la adhesión.

La carrera en el agua, sistema que se basa en llevar un flotador que permite mantener la posición vertical, es una actividad poco conocida. Se ha utilizado en la rehabilitación de deportistas para facilitar la descarga y mantener el tono y fuerza musculares. En la mecánica de la carrera hay que vencer la resistencia del agua con brazos y piernas, por lo que resulta un gasto energético más elevado. Es un método de trabajo sencillo, adecuado para todas las edades, especialmente para personas en las que hay que evitar el impacto sobre las articulaciones.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

Las actividades acuáticas pueden recomendarse en todas las edades, especialmente en la población adulta por su mínimo impacto osteoarticular.

Gasto energético en actividades no deportivas

Subir y bajar escaleras: Es un ejercicio relativamente común en la vida diaria y durante la actividad laboral. Los métodos automáticos han sustituido las escaleras con el objetivo de eliminar barreras para las personas con discapacidad física. Simultáneamente este propósito elemental se ha utilizado para dotar de mayor comodidad a las personas que no tienen limitaciones físicas aparentes en sus desplazamientos. Esto proporciona más facilidades para el estilo de vida sedentario y menor gasto energético global.

El gasto energético es unas 8 kcal.min⁻¹, lo que equivale a una actividad de intensidad moderada. La cualidad más relevante es la posibilidad de utilizar las escaleras en lugar de ascensores de casa, domicilio o en los desplazamientos con transporte suburbano, con el propósito de incrementar la actividad física. Una persona que cumpla estas normas fácilmente puede acumular en un día de actividad normal 20 min, que equivalen a 160 kcal como mínimo. Quien está motivado para subir escaleras probablemente camina regularmente, incrementando así el gasto energético.

Uno de los cuestionarios para investigar las actividades físicas, elaborado en la reunión de Bethesda en 1984,⁶ hace referencia al gasto energético en personas que suben escaleras y andan habitualmente como forma de actividad física. Subir un piso equivale a 4 kcal y andar una manzana de casas, 8 kcal. El gasto energético semanal de una persona que sube 5 pisos al día y anda 14 manzanas más sería: $7 [(5 \times 4) + (14 \times 8)] = 1.524$ kcal/semana (un piso son 10 escalones y 12 manzanas, 1,5 km). Este ejemplo pone de manifiesto la facilidad de establecer un programa de ejercicio físico dentro de un horario habitual de la población urbana.

Un inconveniente es la dificultad de graduar el esfuerzo. Si el ritmo no es el adecuado, el cansancio se produce fácilmente, con la impresión de tener la capacidad física disminuida. Esta circunstancia es motivo de consulta médica.

En pacientes con problemas de tipo orgánico, especialmente cardiopatía, la indicación de subir escaleras se hace normalmente después de haber efectuado una valoración objetiva del grado de repercusión funcional si el paciente ha permanecido hospitalizado. Al no ser general la disponibilidad de ascensores en los domicilios, esta cuestión tiene un doble interés: En primer lugar, el nivel de actividad que representa y la posibilidad de realizar ejercicio dentro de

las actividades de la vida diaria y, en segundo lugar, la necesidad de informar sobre la forma de realizar esta actividad para no acarrear problemas.

Los centros deportivos bien dotados disponen de máquinas que permiten realizar un trabajo similar al de subir y bajar escaleras (FitStep). El gasto energético para un ritmo medio y en una persona de 55 kg sería aproximadamente de $10\text{--}11 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$, lo que equivale a un trabajo moderado alto. Las ventajas que tiene con respecto al subir escaleras es el menor impacto osteoarticular, al no existir separación entre la plataforma y el pie, y la facilidad de graduar el esfuerzo al aplicar la resistencia y ritmo más adecuados.

El gasto energético en actividades laborales es muy diverso y difícil de cuantificar. La evolución tecnológica ha reducido en gran parte el trabajo físico que requieren algunas actividades laborales y, en consecuencia, el gasto energético total. Los cambios en los sistemas y técnicas de trabajo han producido mayor bienestar a la población en edad laboral, pero probablemente han disminuido su nivel de actividad física. Una pequeña parte de éstos ha introducido en su sistema de vida la actividad deportiva para compensar este fenómeno. En el futuro se podrá valorar con datos objetivos el resultado de la evolución tecnológica sobre la salud en una sociedad de bienestar que rechaza el esfuerzo físico en su estilo de vida diario como una reivindicación social.

El gasto energético en el trabajo oscila entre 1.350 y 5.000 kcal. Para un hombre que realiza un trabajo que requiere esfuerzo moderado y algo de ejercicio en tiempo de ocio, el gasto energético es 2.100 kcal. En la tabla 5.1⁷ se enumeran diversas actividades y el gasto energético que comporta cada una de ellas. En resumen, lo más interesante a señalar son las amplias posibilidades de realizar un nivel de actividad física sólo con aprovechar las oportunidades que ofrece el ambiente laboral o los desplazamientos habituales en los núcleos urbanos y rurales. Una persona se convierte en físicamente activa sin necesidad de acudir a programas de entrenamiento en centros deportivos o al aire libre.

Si se toma como ejemplo a un ama de casa con responsabilidad total en todos los quehaceres y se cuantifica en kcal el trabajo que desarrolla, se demuestra que alcanza fácilmente las 1.500 kcal, lo que supone una actividad física ligera. En el momento en que se incluye actividad adicional en el fin de semana, se llega a 2.000 kcal. Así pues, la prescripción de ejercicio empieza por valorar las activi-

dades que se llevan a cabo a lo largo del día y sobre esta base establecer las medidas oportunas para conseguir la plena integración, en este caso del colectivo de amas de casa, en un estilo de vida físicamente activo sin necesidad de recurrir en principio a programas especiales de entrenamiento en centros deportivos o similares.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

La actividad física que exige cierto trabajo laboral puede representar un gasto energético suficiente para obtener beneficios para la salud.

ESTUDIOS SOBRE LA CUANTIFICACIÓN DEL GASTO ENERGÉTICO Y EL BENEFICIO CARDIOVASCULAR

La prescripción de ejercicio físico implica el diseño de un programa en el que se especifican sus características desde la duración en minutos, tipo de trabajo, intensidad y sesiones por semana. Asimismo se establece la progresión, que estará en función de la adaptación subjetiva y el resultado de la prueba de esfuerzo. De esta forma se conoce el gasto energético semanal. Mediante un interrogatorio o a través de cuestionario se obtiene información del gasto energético de actividades laborales o recreativas. El total es el gasto energético en las 24 h del día.

Esta información es importante al analizar los estudios epidemiológicos publicados en los últimos 15 años en los que se establece la relación entre actividad física y enfermedad cardiovascular. En 1980 Morris y col.⁸ investigaron una cohorte de 17.944 varones, empleados públicos en el Reino Unido, con edades comprendidas entre 50 y 65 años, que no presentaban enfermedad coronaria. La actividad física que desarrollaban se clasificó en vigorosa (6 MET o más) o ligera (por debajo de 6 MET). Después de un seguimiento de 8,5 años se consignaron 1.138 episodios de cardiopatía coronaria. La incidencia de crisis ajustada por edad era el 3,1 % entre los que realizaban actividad física vigorosa y el 6,9 % entre los que no la realizaban.

Los mismos autores extendieron el estudio o otra cohorte de 9.376 varones también empleados públicos entre 45 y 64 años sin aparente enfermedad cardiovascular. El nivel de actividad física se clasificó de la forma que se ha definido para el otro estudio. En el seguimiento, que duró 9,3 años, se presentaron 474 episodios de cardiopatía coronaria. El estudio mostró disminución de estos episodios con la participación en actividad física vigorosa. Este fenómeno no se observó en quienes participaron en una actividad física ligera. Adicionalmente, se estableció relación entre episodios de cardiopatía coronaria y gasto energético en kcal en tres niveles de intensidad: por debajo de 2.000 kcal, entre 2.000, 2.999 y por encima de 3.000 kcal la incidencia después de efectuar el ajuste por edad era de 5,7, 5,2 y 5,3 por 1.000 personas/año respectivamente.

Salomen en 1982⁹ estudió una cohorte de 3.978 hombres de edades entre 30 y 59 años y 3.688 mujeres de edades comprendidas entre 35 y 59 años. Durante un seguimiento de 7 años se presentaron 230 episodios de enfermedad cardiovascular (infartos y accidentes cerebrovasculares).

Paffenbarger en 1983¹⁰ muestra el resultado de un estudio realizado sobre una población de 14.998 alumnos de la universidad de Harvard. De ellos 681 eran hipertensos y fueron diagnosticados en un seguimiento de 6-10 años iniciado a los 16-50 años después de su entrada en la universidad. El ejercicio físico vigoroso se relacionaba inversamente con el riesgo de hipertensión sin necesidad de modificar por superficie corporal.

En 1991 Leon y col.¹¹ estudiaron un grupo de 12.866 varones entre 35 y 57 años incluidos en el Multiple Risk Factor Intervention Trial (MRFIT). Investigaron su nivel de actividad física mediante el cuestionario Minnesota Leisure-Time Physical Activity (MLTPA) y calcularon el tiempo de dedicación a actividades que suponen gasto energético. El 70% de todas las actividades era de intensidad ligera-moderada ($< 6 \text{ kcal} \cdot \text{min}^{-1}$). En un seguimiento de 10,5 años ocurrieron 518 muertes de origen cardiovascular. El riesgo relativo asociado con 0-29, 30-69 y 70-359 min/día de actividad física en tiempo libre fue 1,00 (referencia), 0,81 (0,66-1,01) y 0,89 (0,72-1,09) respectivamente.

Asimismo en 1991 Slatter y col.¹² investigaron la función que desempeña la intensidad del ejercicio físico en la cardiopatía coronaria en una cohorte de 7.735 varones entre 40 y 59 años en el

Reino Unido. Los investigadores analizaron la frecuencia y duración en el caminar, bicicleta, actividades recreativas y deportes. Establecieron sus categorías según la intensidad de la actividad física desarrollada. En un segmento de 8 años ocurrieron 488 episodios de cardiopatía coronaria. Entre los 5.714 varones sin cardiopatía al inicio del estudio el riesgo relativo (RR1) de desarrollar cardiopatía coronaria en los seis niveles (de menos a más intensidad: inactivo, ocasional, ligero, moderado, algo vigoroso y vigoroso) fue 1,0 (referencia), 0,9 (0,5-1,3), 0,9 (0,6-1,4), 0,5 (0,2-0,8), 0,5 (0,3-0,9) y 0,9 (0,5-1,8).

Lee y cols.¹³ examinaron la asociación de actividad física vigorosa (> 6 MET) y no vigorosa (< 6 MET). Se estudió a 17.321 varones con edades comprendidas entre 30 y 79 años. Se valoró el gasto energético en actividades vigorosas y no vigorosas. El resultado se muestra en la tabla 5.2. Observaron que no hay diferencia significativa en el riesgo relativo entre actividades vigorosas y no vigorosas (0,68 y 0,89).

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

El cuestionario es uno de los métodos más utilizados en la cuantificación de la actividad física.

En resumen, las conclusiones que se extraen de los estudios epidemiológicos más relevantes que se han publicado ponen de manifiesto la necesidad de investigar sobre nuevos métodos para valorar y cuantificar la actividad física. Es todavía una incógnita, pese a que hay evidencia de que el riesgo cardiovascular se asocia a niveles de actividad más bajos, cuál es el nivel de actividad física suficiente para obtener beneficios significativos sobre el sistema cardiovascular¹⁴.

En un estudio realizado por Hambrecht y col.¹⁵ con el objetivo de definir el efecto de diferentes niveles de actividad física sobre la función cardiorrespiratoria y la progresión de las lesiones en las arterias coronarias se ha demostrado mejoría de la función cardiorrespiratoria con un gasto energético de 1.400 kcal/semana. Para detener la progresión de las lesiones coronarias se necesitan 1.533 ± 122 kcal/semana y para conseguir su regresión una media de 2.200 kcal/semana.

TABLA 5.2.
Asociación entre actividad física y mortalidad cardíaca¹⁶

GASTO ENERGÉTICO KCAL/SEMANA					
ACTIVIDAD	150	150-399	400-749	750-1.499	>1.500
Vigorosa					
Nº de muertes por cardiopatía coronaria	180	151	52	41	41
RR	1,00	0,94	0,77	0,89	0,68
95 % intervalo de confianza	referencia	0,76-1,17	0,56-1,06	0,63-1,26	0,48-0,96
No vigorosa					
Nº de muertes por cardiopatía coronaria	56	89	95	110	115
RR	1,00	1,15	1,10	1,12	0,89
95 % intervalo de confianza	referencia	0,82-1,61	0,79-1,53	0,81-1,54	0,64-1,23
¹⁶ I-Min Lee y Paffenbarger, R.S. Is vigorous physical activity necessary to reduce the risk of cardiovascular disease? NIH consensus. Development Conference Bethesda. December. 1995					

No se dispone por el momento de información sobre los efectos de la actividad física en mujeres y especialmente en minorías¹⁶. Es evidente que la población de mujeres físicamente activas es más baja en sociedades desarrolladas y la proporción entre mujeres deportistas es sensiblemente inferior a la de los varones. Además, las actividades que desarrolla el hombre requieren generalmente menor esfuerzo físico.

MEDIDA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA

Un programa de ejercicio físico consta de una fase de calentamiento, una de trabajo específico y la recuperación. Todas son importantes y han de valorarse con el fin de observar el tipo de respuesta y establecer los cambios adecuados para mejorar el rendimiento sin crear efectos indeseables. En estos programas resulta fácil cuantificar el gasto energético en cada una de las sesiones. El tipo de trabajo, la intensidad y la duración son constantes conocidas, lo que permite calcular el consumo energético total.

Ocurre algo similar en ocupaciones en las que se exige esfuerzo físico. La duración y la intensidad varían poco a poco y el tipo de trabajo es siempre el mismo. El tiempo dedicado a los desplazamientos o actividades de fin de semana es el complemento a la actividad física global desarrollada.

En la práctica, la medida del gasto energético con criterios objetivos es muy laboriosa debido a que una mayoría de la población no hace ejercicio físico regularmente ni atendiendo a un método, y a que el trabajo que realizan tiene sus dificultades para certificarlo, por sus características o por la temporalidad.

Uno de los grandes objetivos que las instituciones públicas y privadas han de proponerse es el incrementar la población físicamente activa y fomentar su adhesión a los programas de ejercicio físico. El paso de un estilo de vida sedentaria a físicamente activa significa la mejora de la salud en general y especialmente la cardiovascular, al haberse demostrado una relación inversa entre actividad física y enfermedad cardiovascular. Asimismo, el beneficio es más acusado al incrementar el nivel de actividad física. Por ello es importante cuantificar el ejercicio físico realizado en gasto energético en kcal/semana. Una vez se ha conseguido el propósito de implantar la actividad física en el estilo de vida, en una fase posterior hay que

promover un nivel de actividad física suficientemente alto para obtener los beneficios esperados.

Así pues, la situación ideal para cuantificar la actividad física sería la participación de un programa de ejercicio supervisado y actividad laboral estable. Estas condiciones no se presentan frecuentemente y éste es uno de los argumentos que justifican los problemas que se presentan cuando se valora objetivamente la actividad que desarrolla una persona que no participa en deporte competitivo.

Métodos para cuantificar el gasto energético:

Agua marcada: La estimación del gasto energético se basa en el índice metabólico de producción de CO_2 ($\dot{V}\text{CO}_2$). Se utiliza agua marcada con isótopos dosificada según la superficie corporal. El gasto energético y consumo de O_2 se extrapolan del volumen de CO_2 producido usando ecuaciones establecidas. Es una técnica cara y su utilización se limita a estudios específicos y de investigación.

Detectores de movimiento: Los instrumentos son podómetros que cuantifican la marcha en pasos por unidad de tiempo (p. ej., por día). Hay que calibrarlos y no permiten diferenciar el tipo de ejercicio y la intensidad de la actividad física específica desarrollada. Otros sistemas más complejos (acelerómetros) miden el índice y la magnitud del desplazamiento del centro de la masa del cuerpo durante el movimiento. Éstos permiten valorar la frecuencia, duración e intensidad del ejercicio.^{17,18}

Consumo de oxígeno ($\dot{V}\text{O}_2$): Se han desarrollado pequeños calorímetros para determinar el $\dot{V}\text{O}_2$ en pruebas de campo. El gasto energético se ha estimado en la relación que existe entre el $\dot{V}\text{O}_2$ y el gasto energético de los procesos de oxidación.^{19,20}

Frecuencia cardíaca: La estrecha relación entre $\dot{V}\text{O}_2$ y frecuencia cardíaca es el fundamento para calcular el gasto energético. Esta correlación, no obstante, no se mantiene a niveles de intensidad bajos o, en el otro extremo, muy elevados. Como la mayoría de las actividades de la vida diaria son de baja intensidad, el cálculo es poco fiable.

Cuestionarios:

Uno de los métodos utilizados en la investigación sobre la actividad física es el cuestionario, que, pese a sus limitaciones, es la fuente más aproximada para obtener la información necesaria en estudios epidemiológicos en los que el factor ejercicio ha de ser analizado en el ámbito de la prevención primaria y secundaria de la enfermedad.

Se han empleado diversos modelos pero tal vez el de mayor utilidad es el Minnesota Leisure-Time Physical Activity (MLTPA).²¹ El Physical Activity Questionnaire de Cassel y col.²² no es tan extenso y en él se analiza la actividad física dentro del trabajo y el tiempo libre. El método utilizado por Blair²³ consiste en obtener mediante el contacto telefónico información sobre la actividad física de siete días. Los datos obtenidos por este grupo sugieren que el método es útil para valorar la actividad física en estudios epidemiológicos en educación sobre la salud. Berthouze y col.²⁴ desarrollaron el Saint Etienne Physical Activity Questionnaire (QAPSE). La investigación de la actividad física se centra en cinco áreas: trabajo, tiempo libre (deporte o actividad física simple), trabajo de casa, actividad habitual de cada día y desplazamientos. El estudio demuestra que es un método reproducible y proporciona información sobre el gasto energético con aceptable credibilidad. Se han validado otros cuestionarios, pero lo más importante es familiarizarse y trabajar con uno de referencia.²⁵

En el programa de prevención primaria y secundaria de la cardiopatía coronaria del Hospital de la Santa Creu i Sant Pau de Barcelona se utiliza en determinados pacientes un método muy simple de valoración de la actividad física. A los pacientes se les recomienda que anoten en un diario la actividad física que llevan a cabo diariamente. En la visita de control se cuantifica el gasto energético, con los datos anotados en el diario, de las actividades que ha efectuado. Es el mismo sistema que utiliza un entrenador para supervisar el entrenamiento de los deportistas. En nuestra experiencia este sistema constituye un refuerzo positivo para eliminar el absentismo sin una causa justificada.

AUTOEVALUACIÓN • AUTOEVALUACIÓN • AUTOEVALUACIÓN

- 1 Concepto de gasto energético. ¿Qué factores son los que influyen más directamente?
- 2 Indicar algunos sistemas de valoración del gasto energético.
- 3 ¿Existe alguna relación entre actividad física y enfermedad cardiovascular?
- 4 ¿Cuál debería ser el gasto energético mínimo para detener la progresión de las placas de ateroma en las arterias coronarias?
- 5 ¿Cabe considerar las actividades de ama de casa como propias de una persona físicamente activa? En caso afirmativo ¿en cuánto se calcula el gasto energético si el peso corporal es 60 kg?
- 6 Citar una forma de cálculo del gasto energético por método directo.
- 7 Diferencia entre gasto energético total y gasto energético neto.
- 8 ¿A partir de qué ritmo de marcha se ha demostrado que es más costoso andar que correr?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ainsworth, B.E.; Haskell, W.L.; Leon, A.S. y col. (1993). "Compendium of physical activities classification of energy costs of human physical activities". *Med. Sci. Sports Exerc.* 25(1). pp. 71-80.
2. McArdle, W.D.; Katch, F.F.; Katch, V.L. (1990). "El gasto energético durante el reposo y la actividad física". En: *Fisiología del ejercicio: Energía, nutrición y rendimiento humano*. Madrid: Alianza. pp. 140-163.
3. McArdle, W.D.; Katch, F.F.; Katch, V.L. (1990). "El gasto energético durante la marcha, el jogging, la carrera y la natación". En: *Fisiología del ejercicio: Energía, nutrición y rendimiento humano*. Madrid: Alianza. pp. 165-176.
4. McArdle, W.D.; Katch, F.F.; Katch, V.L. (1990). "El gasto energético durante la marcha, el jogging, la carrera y la natación". En: *Fisiología del ejercicio: Energía, nutrición y rendimiento humano*. Madrid: Alianza. pp. 168.
5. Spelman, C.C.; Pate, R.R. y col. (1993). "Self-selected exercise intensity of habitual walkers". *Med. Sci. Sports Exerc.* 25(10). pp. 1174-1179.
6. Wilson, P.W.F.; Paffenbarger, R.S.; Morris, J.N. (1986). "Assessment methods for physical activity and physical fitness in population studies: Report of NHLBI workshop". *Am. Heart J.* 111. pp. 1177-1192.
7. Ainsworth, B.E.; Haskell, W.L.; Leon, A.S. y col. (1993). "Compendium of physical activities classification of energy costs of human physical activities". *Med. Sci. Sports Exerc.* 25. pp. 71-80.
8. Morris, J.N.; Clayton, D.J.; Everitt, M.G. y col. (1990). "Exercise in leisure-time: coronary attack and death rates". *Br Heart J.* 63. pp. 325-34.
9. Salonen, J.T.; Slater, J.S.; Tuomilehto, J.; Rauramaa. (1982). "Leisure time and occupational physical activity: Risk of deaths from ischemia heart disease". *Am. J. Epidemiol.* 127. pp. 87-94.
10. Paffenbarger, R.S.; Wing, A.L.; Hyole, R.T.; Jung, D.L. (1983). "Physical activity and incidence of hypertension in college alumni". *Am J. Epidemiol.* 117. pp. 245-256.
11. Leon, A.S.; Connett, J. for the MRFIT research group. (1991). "Physical activity and 10.5 year mortality in the Multiple Risk Factor Intervention Trial (MRFIT)". *Int. J. Epidemiol.* 20. pp. 690-7.
12. Slattery, M.L.; Jacobs, D.R.; Nichaman, M.Z. (1989). "Leisure time physical activity and coronary heart disease death: the U.S. Railroad Study". *Circulation.* 79. pp. 304-11.

13. Lee, I-M; Hsieh, C.C.; Paffenbarger, R.S. (1995). "Exercise intensity and longevity in men: The Harvard Alumni Health Study". *JAMA* 273. pp. 1179-84.
14. Blair, S.N.; Haskell, W.L.; Ping Ho y col. (1995). "Assessment of habitual physical activity by a seven day recall in a community survey and controlled experiments". *Am. J. Epidemiol.* 122. pp. 794-804.
15. Hambercht, R.; Niebaner, J.; Marburger, C. y col. (1993). "Diferentes intensidades de actividad física durante el tiempo de ocio en pacientes con enfermedad coronaria: efectos sobre la función cardiorrespiratoria y la progresión de las lesiones coronarias ateroscleróticas". *J. Am. Coll. Cardiol.* 22. pp. 468-477.
16. Lee, I-Min; Paffenbarger, R.S. (1995). *Is vigorous Physical Activity Necessary to Reduce the Risk of cardiovascular disease?* NIH Consensus Development Conference Bethesda. December.
- 16a. Speakman, J.R. (1998). "The history and theory of the doubly labelled water technique". *Am. J. Clin. Nutri.* 68:932S-938S.
17. Haymes, A.M.; Byrnes, W. C. (1992). "Walking and running energy expenditure estimated by Caltrac and indirect calorimetry". *Med. Sci. Sports. Exerc.* 25(12) pp.1365-1369
18. Haskell, W.L.; Yee, M.C.; Evans, A.; Irby, P.J. (1993). "Simultaneous measurement of the heart rate and body motion to quantitate physical activity". *Med. Sci. Sports Exerc* 25(1) pp.109-115
19. Brooks, G.A.; Fahey, T.D.; White, T.P. (2000). *Exercise physiology: Human bionergetics and its application*. 2nd ED Mountain Vieww CA: Mayfield Publishing, pp.15-25;37-52;281-596
20. Montoye, H.J.; Kemper, H.C.G.; Saris W.H.M. Washburn R.A. (1996). *Measuring Physical Activity and Energy Expenditure*. Champaign IL: Human Kinetics pp.3-14
21. Taylor, H.L.; Jacobs, D.R.; Schucker, B. y col. (1978). "A Questionnaire for the assessment of Leisure Time Physical Activities". *J. Chron.* 31. pp. 741-755.
22. Cassel, J.; Hill, C.; Heyden, S. y col. (1971). "Occupation and Physical Activity and Coronary Heart disease". *Arch. Intern. Med.* 128. pp. 920-928.
23. Blair, S.N.; Haskell, W.L.; Ho Ping y col. (1985). "Assessment of habitual physical activity by a seven day recall in a community survey and controlled experiments". *Am. J. Epidemiol.* 122. pp. 794-804.
24. Berthouze, S.E.; Minaire, P.M.; Chatard, J.C. y col. (1992). "A new tool for evaluating energy expenditure: the "QAPSE" development and validation". *Med. Sci. Sports Exerc.* 25(12). pp. 1405-1414.

25. Lamonte M L, y Ainsworth B.E. "Quantifying energy expenditure and physical activity in the context of dose response" (2001) *Med Sci. Sports Exerc.* Vol 33,no 6,suppl,pp.S370-S378

Recomendaciones para la actividad física en pacientes con cardiopatías

Ricard Serra Grima
Consol Lemonche Aguilera
Teresa Torrades Solé

RESUMEN • RESUMEN • RESUMEN • RESUMEN

La presencia de cardiopatía no excluye la posibilidad de hacer ejercicio físico incluso de competición; por ello es preciso establecer un buen diagnóstico y conocer su repercusión funcional con los medios apropiados.

Las recomendaciones para realizar ejercicio físico con el fin de prevenir complicaciones son una referencia para que todos los médicos actúen con criterios similares en la valoración de un deportista.

Es difícil establecer el nivel de actividad física y por este motivo se prescribe generalmente ejercicio físico con criterios más restrictivos que los que la enfermedad aconseja establecer.

Por otra parte, es importante insistir en que los niños, cuando juegan, hacen deporte y no controlan su intensidad. Es en estas situaciones y no en la actividad física programada dentro del deporte escolar o extraescolar donde puede existir más riesgo. No tiene lógica, por ejemplo, no dejar jugar a un niño al baloncesto cuando en su tiempo libre hace un esfuerzo más importante, en ocasiones extenuante, en otras actividades que están fuera de todo control.

La valoración funcional con pruebas de esfuerzo periódicas sigue siendo el método más importante en el seguimiento de las personas, niños o adultos, que hacen deporte con regularidad y tienen algún grado de limitación cardiovascular.

La restricción de la actividad física sin argumentos justificados y objetivos puede ocasionar más problemas que ventajas en el crecimiento y desarrollo del niño cuando se ha demostrado que la salud integral del niño incluye el ejercicio físico supervisado por técnicos en Educación Física.

La actividad física produce numerosos efectos beneficiosos para la salud en las personas sanas. La aplicación de programas de ejercicio físico en pacientes afectados de algún tipo de cardiopatía es una recomendación conveniente debido a que una prescripción adecuada no sólo no empeora el curso natural de la enfermedad, sino que por el contrario contribuye a una mejora del rendimiento general. El deporte de mantenimiento, incluso el de nivel competitivo, no está contraindicado en presencia de diferentes tipos de cardiopatía o HTA. Una valoración clínica y funcional apropiada en cada caso permitirá conocer el grado de repercusión durante el esfuerzo y establecer los límites del trabajo físico sin incrementar el riesgo de complicaciones.

Palabras clave: Ejercicio físico. Cardiopatías. Hipertensión arterial. Insuficiencia cardíaca. Trasplante cardíaco.

INTRODUCCIÓN

El objetivo prioritario de la actividad física es, por delante de otros argumentos que tienen también mucho interés, la ocupación del tiempo libre y de ocio. Una vez se ha establecido que existe relación inversa entre nivel de actividad física y cardiopatía coronaria, el interés del ejercicio físico sobrepasa el marco del tiempo libre como actividad recreativa y alcanza el ámbito de la salud en prevención primaria y secundaria.

Numerosos trabajos han demostrado la función que desempeña el ejercicio físico en la promoción de la salud cardiovascular.¹⁻¹⁰ Éste es uno de los argumentos que se han utilizado para apoyar con plena convicción los programas de ejercicio físico entre la población cuyo estilo de vida es de predominio sedentario.

La actividad física que se lleva a cabo sin otro propósito que la ocupación de una parte del tiempo libre cubre los objetivos del entretenimiento, proporciona mayor sensación de bienestar si se realiza con moderación y genera beneficios para la salud. Los programas de ejercicio físico dirigidos a mejorar la capacidad física y, paralelamente, el estado de salud, requieren unos métodos más estructurados, similares a los que realiza un deportista de alto nivel competitivo. Para el diseño de un programa de entrenamiento en la población sedentaria o la que está afectada por algún tipo de cardiopatía, se ha de disponer de información sobre el estado de salud, repercusión funcional de la enfermedad y seguimiento de los programas. Es la base para que el incremento de la intensidad en el trabajo se realice bajo criterios, tanto objetivos como subjetivos, que garanticen una buena adaptación al esfuerzo.

La actividad física en personas con cardiopatía merece una consideración especial debido a que, habitualmente, realizan programas de ejercicio físico por propia iniciativa o por consejo médico muy limitados en volumen e intensidad de trabajo pese a que no existan razones objetivas para actuar en este sentido. Un nivel insuficiente de actividad física sin criterios apropiados que lo justifiquen puede ocasionar insatisfacción personal, además de no promover, en la medida de lo esperado, los efectos del ejercicio físico sobre la propia enfermedad.¹¹

La actividad física en pacientes con cardiopatía congénita o adquirida se limita a programas de mantenimiento físico en los que el carácter competitivo es la excepción. Este aspecto no excluye que en

el seguimiento de estos pacientes se realicen valoraciones de la capacidad funcional cuya información es de utilidad para comprobar la mejora de la adaptación al esfuerzo. Las modificaciones en el programa hay que establecerlas después de una prueba de esfuerzo que es la exploración básica en la orientación y valoración de los programas de ejercicio. La mejora de la adaptación al esfuerzo, la ausencia de cambios patológicos en el ECG y el comportamiento de la presión arterial son los parámetros más útiles para modificar aspectos del programa de manera que mejoren sus efectos sobre la salud sin que exista incremento del riesgo.

CARDIOPATÍA VALVULAR ADQUIRIDA

El diagnóstico clínico de una valvulopatía se establece mediante el examen físico, pero la valoración de la gravedad y su repercusión funcional requiere otras exploraciones. El ECG, la radiografía de tórax y el eco-Doppler son la base para determinar la gravedad por métodos no invasivos. Para conocer el grado de repercusión funcional se ha de practicar una prueba de esfuerzo con estudio de la función cardiopulmonar y, en ocasiones muy especiales, con estudios isotópicos para calcular la fracción de eyección ventricular durante el ejercicio. Con los métodos citados sólo en casos excepcionales se ha de recurrir a exploraciones invasivas. El método más avanzado de valoración de la función cardíaca durante el ejercicio es el sistema VEST que permite monitorizar el volumen sistólico y diastólico hasta el agotamiento.¹²

Los estudios con eco-Doppler en deportistas de buen nivel de entrenamiento han demostrado la presencia de regurgitaciones pluri-valvulares sin signos a la auscultación ni otros datos clínicos o funcionales acompañantes. En un estudio realizado en corredores de maratón, el 30% presentaba insuficiencia mitral por eco-Doppler.¹³ En ningún caso había repercusión clínica ni funcional valorable.

Los problemas que pueden plantear las alteraciones valvulares con repercusión funcional significativa en deportistas se resuelven cuando la actividad física que se prescribe se circunscribe a un programa de ejercicio físico para mejorar la salud con recomendaciones ajustadas a los datos clínicos y al resultado de las exploraciones complementarias, especialmente la prueba de esfuerzo.

Estenosis mitral

Las medidas de prevención de la fiebre reumática en la infancia establecidas hace más de treinta años han conseguido reducir la prevalencia de sus secuelas hasta el punto de que son raros, en nuestro medio, los nuevos casos de afectación valvular reumática.

Desde el punto de vista de la prescripción de ejercicio físico, la estenosis mitral no forma parte del grupo de cardiopatías con riesgo de muerte súbita. La sintomatología que presentan estos pacientes les impide desarrollar una actividad física normal. Quedan autoexcluidos de la actividad física sin necesidad de establecer recomendaciones. En casos de estenosis mitral pura, sin regurgitación significativa y con valvas no calcificadas, la valvuloplastia mitral percutánea es un procedimiento eficaz que permite posponer la intervención quirúrgica por tiempo indefinido. Si el procedimiento ha resultado beneficioso, los pacientes mejoran parcialmente su capacidad funcional en las primeras semanas debido a limitaciones en la adaptación del musculoesquelético por la falta de actividad física previa. La estenosis residual ligera o moderada permite prescribir en las condiciones que más adelante se indican.

El mecanismo fisiopatológico de la limitación al esfuerzo en la estenosis mitral es la obstrucción del flujo sanguíneo de la aurícula izquierda al ventrículo izquierdo. Esto provoca un incremento de la presión auricular izquierda y retrógradamente de la capilar pulmonar en reposo. Durante el ejercicio el fenómeno es más acusado al reducirse el período de llenado diastólico por la taquicardia.^{14,15}

La gravedad de la estenosis se valora mediante la exploración física, el ECG, la radiografía de tórax y el eco-Doppler. La prueba de esfuerzo con estudio de la función cardiopulmonar ($\dot{V}O_2\text{máx}$) es útil para determinar con criterios objetivos cuál es el grado de repercusión funcional.

Una vez excluida la estenosis mitral grave, a la que ya se ha hecho referencia, se establecen dos niveles de gravedad en función del área del orificio valvular^{16,17} calculada por eco-Doppler:

- Estenosis mitral ligera: área superior a 1,5 cm² y presión capilar pulmonar inferior a 20 mmHg. Estos pacientes suelen hallarse asintomáticos y se mantienen en ritmo sinusal normal, pudiendo realizar todo tipo de actividades físicas sin limitaciones.
- Estenosis mitral moderada: área entre 1 y 1,5 cm² y presión capilar pulmonar inferior a 25 mmHg. En estos casos, la actividad

física permitida puede depender de la FC. Lo más frecuente es encontrarse con el paciente en fibrilación auricular crónica y, ante ello, generalmente sólo estará permitido practicar deportes de baja intensidad de trabajo (para clasificación de deportes ver el capítulo 3)

- La prueba de esfuerzo es útil para establecer el grado de repercusión funcional y comprobar la FC durante el ejercicio. Una respuesta rápida empeora la capacidad de esfuerzo, de tal forma que se produce disociación entre grado de estenosis y tolerancia al esfuerzo. La prescripción de un fármaco con propiedades cardiofrenadoras (frecuencia ventricular media) alivia la sintomatología y mejora la tolerancia al esfuerzo.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

El número de casos de estenosis mitral ha disminuido significativamente en los últimos años en los países desarrollados debido a la prevención de la fiebre reumática. No es responsable de riesgos graves durante la actividad física.

Insuficiencia mitral^{16, 17}

Existen varias etiologías de la insuficiencia mitral. La más frecuente es el prolapso valvular mitral, seguido de la valvulopatía reumática, isquémica y la secundaria a miocardiopatía dilatada. El diagnóstico se establece con los métodos de exploración ya citados en la estenosis mitral.

La gravedad de la insuficiencia está relacionada con la magnitud del volumen de sangre regurgitante, que provoca un aumento del llenado diastólico y de la presión dentro de la aurícula izquierda.

La prueba de esfuerzo con cálculo de parámetros cardiorrespiratorios ($\dot{V}O_2$ máx, pulso de O_2 , etc.) es útil para conocer la repercusión sobre la capacidad funcional. El volumen regurgitante puede determinarse mediante ventriculografía isotópica en reposo y en esfuerzo, pero es una exploración poco común y está justificada en casos muy concretos. En la insuficiencia mitral de larga evolución el volumen telediastólico del ventrículo izquierdo refleja la gravedad de la regurgitación.

La insuficiencia mitral se tolera mejor que la estenosis y tampoco presenta riesgo de muerte súbita, salvo en casos avanzados con gran dilatación ventricular y disminución de la contractilidad.

Es importante señalar que, además del volumen regurgitante, interesa conocer la etiología de la insuficiencia, dado que no es lo mismo una afectación primaria que una secundaria por disfunción de los músculos papilares como sucede en la cardiopatía isquémica.

El ejercicio físico prolongado provoca a largo plazo sobrecarga de volumen del ventrículo izquierdo que se detecta en el ECG y en el ecocardiograma. El ventrículo izquierdo tiene un mayor diámetro telediastólico y el grosor de la pared está aumentado. Esto se observa especialmente en deportistas de fondo, nadadores o ciclistas por citar sólo tres deportes de práctica muy común. En caso de insuficiencia mitral importante, dicho fenómeno se acentúa y podría acelerar la dilatación y la pérdida de contractilidad. Sin embargo, en los casos leves o incluso moderados, la repercusión no es probablemente significativa si el volumen y la intensidad del trabajo físico prescritos son los adecuados.

■ Recomendaciones

- Pacientes asintomáticos, con ritmo sinusal normal y ventrículo izquierdo de diámetro y función normales, pueden realizar actividad física y deportiva sin limitaciones.
- Pacientes asintomáticos, con ritmo sinusal o fibrilación auricular y frecuencia ventricular media controlada durante el ejercicio, ventrículo izquierdo ligeramente dilatado y función conservada, pueden practicar actividad física y deportiva de baja o hasta moderada intensidad de trabajo isométrico y de moderada intensidad en cuanto a trabajo dinámico. Para autorizar niveles de intensidad más elevados cuando existe una buena adaptación al esfuerzo, se recomienda realizar previamente una valoración clínica y funcional con prueba de esfuerzo.
- Pacientes sintomáticos o asintomáticos con función ventricular ligeramente deprimida en reposo pueden realizar actividad física y deportiva de bajo nivel de esfuerzo: bicicleta estática con cargas suaves, bicicleta de paseo sobre terreno llano, o nadar suave si se domina la especialidad.

El argumento más sólido para autorizar la actividad física controlada bajo una prescripción objetiva del volumen e intensidad de

ejercicio es el efecto beneficioso sobre la función del musculoesquelético. Al mejorar la tolerancia al esfuerzo se consiguen beneficios adicionales sobre parámetros bioquímicos y hormonales. Los beneficios en la esfera psicológica son asimismo muy evidentes, con clara incidencia sobre la calidad de vida.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

El ejercicio físico es bien tolerado. Bajo riesgo de complicaciones durante la actividad deportiva supervisada.

Estenosis aórtica

Las causas más frecuentes son la reumática, la congénita (aorta bicúspide) y la degenerativa. La valoración se realiza mediante el examen físico y las exploraciones ya reseñadas en la valvulopatía mitral.

Los signos clínicos de la estenosis aórtica grave son relevantes y generalmente facilitan el diagnóstico sin necesidad de recurrir a exploraciones complementarias. Esto tiene un doble interés. En primer lugar, la necesidad de realizar una anamnesis y una exploración física bien ordenada para valorar posibles signos de angina, presíncopes o síncope, etc. En segundo lugar, es importante su diagnóstico por el riesgo de muerte repentina que se asocia a la gravedad de la estenosis. La muerte repentina es más frecuente en pacientes con estenosis aórtica grave; sin embargo, puede ocurrir también en pacientes asintomáticos.

De acuerdo con el gradiente de presión transvalvular determinado por eco-Doppler (o cateterismo), la estenosis aórtica se clasifica en:

- Estenosis aórtica ligera: gradiente sistólico máximo entre ventrículo izquierdo y aorta inferior a 30 mmHg.
- Estenosis aórtica moderada: gradiente sistólico máximo entre ventrículo izquierdo y aorta entre 30 y 50 mmHg.
- Estenosis aórtica grave: gradiente sistólico máximo entre ventrículo izquierdo y aorta superior a 50 mmHg.

La prueba de esfuerzo es el método que permite conocer la repercusión funcional en el corazón hipertrofiado por la obstrucción al flujo en el tracto de salida del ventrículo izquierdo. La presión de perfusión coronaria es la presión de la aorta que está por debajo de la tensión intramiocárdica durante el ejercicio y su descenso, especialmente cuando se asocia a hipertrofia (con aumento del consumo de oxígeno), conduce a la isquemia subendocárdica.¹⁸ En presencia de signos de isquemia en el ECG durante el esfuerzo, la programación de la intensidad del ejercicio se establece en función del umbral de isquemia registrado.

Es importante observar el comportamiento de la TAS durante el esfuerzo. El incremento normal es 7 a 10 mmHg por MET y, en caso de estenosis aórtica significativa, la curva de TA puede estar afectada, con incremento insuficiente durante el esfuerzo (aplanamiento de la curva de tensión).

■ Recomendaciones

- Los pacientes con estenosis aórtica ligera pueden participar en programas de ejercicio físico sin limitaciones.
- Los pacientes con estenosis aórtica ligera o moderada, asintomáticos, con ritmo sinusal normal y signos discretos de crecimiento ventricular, pueden participar en deportes con trabajo de predominio dinámico de ligera o moderada intensidad, siempre que el componente isométrico sea mínimo.
- Los pacientes asintomáticos pero con signos evidentes de hipertrofia ventricular sólo deberían efectuar programas de ejercicios de muy baja intensidad.
- Los pacientes con estenosis aórtica grave deben ser excluidos de cualquier tipo de actividad física.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

La estenosis aórtica significativa se asocia a riesgo cardiovascular grave.

Insuficiencia aórtica

Las causas más comunes son las congénitas (aorta bicúspide), las reumáticas y por dilatación de la raíz aórtica (p. e., síndrome de

Marfan). La regurgitación aórtica provoca un incremento del volumen diastólico al asociarse, al volumen sistólico normal, el volumen regurgitante de la aorta al ventrículo izquierdo. Ello representa un incremento de trabajo que aumenta el consumo de oxígeno por el miocardio y el flujo sanguíneo coronario.

Durante el esfuerzo disminuye el período de llenado diastólico por aumento de la FC y también disminuyen las resistencias periféricas arteriales. Estos factores favorecen la reducción del volumen regurgitante.

La valoración de la gravedad de la insuficiencia aórtica se establece mediante una cuidada anamnesis y exploración física. Completan el estudio las exploraciones ya referidas en los otros tipos de valvulopatías. Una insuficiencia aórtica será ligera si no se detectan signos físicos y el ventrículo izquierdo es de tamaño y función normales. Será moderada si se observan signos clínicos (pulso algo saltón, hipotensión diastólica, etc.) y el ventrículo izquierdo está ligeramente dilatado pero con función sistólica todavía normal. Una regurgitación aórtica será grave cuando los signos clínicos sean muy evidentes y el ventrículo izquierdo esté dilatado con función deprimida.

Una de las características clínicas más comunes de este tipo de afectación valvular es la buena tolerancia y la evolución silenciosa durante largos períodos de tiempo. Se recomienda realizar seguimiento periódico para tomar decisiones antes de que se produzca un deterioro significativo de la función sistólica. El eco-Doppler tiene un importante papel para determinar el volumen de regurgitación y el tamaño y función ventricular en reposo. La prueba de esfuerzo es necesaria para evaluar la capacidad física y la sintomatología con criterios más objetivos. En los casos en que la insuficiencia aórtica empieza a tener repercusión hemodinámica, el comportamiento de la fracción de eyección en esfuerzo valorada mediante ventriculografía isotópica es de utilidad para valorar la función ventricular. Un descenso igual o superior al 5% sugiere afectación de la función contráctil. Este dato aconseja un seguimiento más cuidadoso y valoraciones periódicas más frecuentes.

■ Recomendaciones

- Pacientes asintomáticos con ligera insuficiencia, ventrículo izquierdo normal o ligeramente dilatado (en los casos en que exista un nivel de entrenamiento alto en volumen e intensidad de trabajo el diámetro telediastólico del ventrículo izquierdo general-

mente está aumentado), pueden realizar ejercicio físico sin limitaciones. Deben someterse a valoración cardiológica en reposo y de esfuerzo anualmente.

- Pacientes asintomáticos con insuficiencia de grado moderado pueden participar en programas de entrenamiento físico de baja o moderada intensidad de trabajo predominantemente dinámico.
- Pacientes afectados por regurgitación aórtica importante, pero asintomáticos, deben limitar su actividad física a trabajo de bajo nivel de esfuerzo y predominio dinámico (caminar a ritmo de 3-6 km.h⁻¹, bicicleta sobre terreno llano, etc.) cuyo equivalente metabólico no sobrepase los 6 MET. El objetivo de mantener un nivel de entrenamiento ligero en esta situación clínica se justifica por los beneficios que genera frente a un riesgo y empeoramiento poco probable. No se ha demostrado que la actividad física realizada a este nivel de intensidad incida negativamente en el curso natural del proceso.
- En casos graves con ventrículo dilatado y deterioro funcional no debe practicarse actividad deportiva; la sustitución valvular aórtica es preferente.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

En la valoración de la función ventricular durante el esfuerzo, un descenso de la fracción de eyección superior al 5% sugiere deterioro de la función contráctil. Debido a que la disponibilidad de la ventriculografía es limitada, una alternativa aceptable es valorar el pulso de oxígeno, parámetro que determina la eficiencia/latido.

CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS

Las anomalías congénitas constituyen un capítulo importante, puesto que, a pesar de su baja prevalencia (1% de la población), hay que diagnosticarlas en una población deportiva joven para evitar complicaciones imprevistas y/o valorar la importancia que la actividad física puede representar en la historia natural de la enfermedad. En este capítulo sólo vamos a exponer las cardiopatías congénitas más frecuentes que pueden detectarse en el ámbito deportivo,¹⁹⁻²² ex-

cluyendo las cardiopatías congénitas complejas y las que ya han sido explicadas anteriormente al hablar de las cardiopatías valvulares.

Comunicación interauricular tipo "ostium secundum"

Es una de las cardiopatías congénitas más frecuentes en el adulto y a veces difícil de diagnosticar. Normalmente los pacientes están asintomáticos, aunque pueden presentar disnea al esfuerzo y fatigabilidad. El hiperaflujo pulmonar a consecuencia del shunt izquierda-derecha es el responsable de la hipertensión pulmonar tardía y de las arritmias supraventriculares. La aproximación al diagnóstico se consigue por la auscultación de un soplo sistólico en una exploración de rutina, un 2R desdoblado fijo y ausencia de arritmia respiratoria. En el ECG se observan signos de crecimiento de ventrículo derecho e imagen de bloqueo de rama derecha.

■ Recomendaciones para los pacientes no intervenidos

El volumen del cortocircuito izquierda-derecha y las cifras de presión arterial pulmonar son los factores que se tienen en cuenta en un paciente con comunicación interauricular. Los pacientes con defecto del tabique interauricular tipo ostium secundum de pequeño tamaño, con shunt izquierda-derecha de grado ligero, se hallan asintomáticos, no presentan signos de sobrecarga hemodinámica de cavidades derechas y la tensión arterial pulmonar (TAP) es normal. En estos casos, en ausencia de arritmias significativas, se podrá realizar cualquier tipo de actividad física y se realizarán controles médicos periódicos.

Los pacientes cuyo defecto interauricular genere una sobrecarga hemodinámica, con hiperaflujo pulmonar (gasto pulmonar/gasto sistémico $> 1,5$), dilatación de cavidades derechas y eventual aumento de la presión en arteria pulmonar, son tributarios de tratamiento quirúrgico. Durante la fase preoperatoria podrán realizar una actividad físico-deportiva con repercusión cardiovascular ligera.

■ Recomendaciones para los pacientes intervenidos

Normalmente pueden reanudar la actividad física 3 o 4 meses después de la intervención. Niveles de actividad física más intensos,

incluida la competición, es aconsejable iniciarlos algo más tarde, por ejemplo a los 6 meses de la cirugía. En los pacientes más jóvenes rara vez se observan secuelas y/o complicaciones. Cuando la reparación se ha realizado más tardíamente, debe controlarse la presencia de signos de disfunción ventricular derecha o arritmias supraventriculares significativas.

Comunicación interauricular tipo "ostium primum"

El problema viene condicionado por la existencia de regurgitaciones a nivel auriculoventricular, especialmente en la válvula AV izquierda. Si tras la cirugía persiste una regurgitación de la válvula AV izquierda ligera, se podrá realizar actividad física de intensidad moderada y el control médico deberá ser riguroso.

Comunicación interventricular

El tipo más frecuente se produce por defecto de la zona perimembranosa, afectando además al tabique muscular.

■ Recomendaciones

Los defectos interventriculares de pequeño tamaño, restrictivos, con elevado gradiente izquierda-derecha, con presión arterial pulmonar sistólica inferior a 40 mmHg y sin signos de repercusión hemodinámica suelen evolucionar hacia el cierre espontáneo y en estos casos se podrá realizar una actividad física sin limitaciones.

Ante defectos de mayor tamaño con resistencias pulmonares elevadas está indicado el cierre quirúrgico durante los primeros dos años de la vida, dado que en caso de evolución espontánea puede desarrollarse una vasculopatía arterial pulmonar (síndrome de Eisenmenger) que contraindicará todo tipo de actividad físico-deportiva.

Persistencia del conducto arterioso (ductus)

Es un conducto vascular que conecta la arteria pulmonar con la aorta descendente. Durante la etapa fetal desempeña la función de llevar la mayor parte de sangre que entra en el ventrículo derecho a

la aorta, circundando los pulmones no ventilados. Al iniciarse la respiración y con el consiguiente aumento del flujo sanguíneo pulmonar que se produce al nacer, el conducto pierde su función y se cierra. Si persiste abierto, crea cambios fisiopatológicos al conectar la circulación sistémica con presión alta al circuito pulmonar.

■ **Recomendaciones**

La existencia de un ductus pequeño, sin repercusión hemodinámica ni hipertensión arterial pulmonar, no es una limitación para realizar ejercicio físico, aunque se debe valorar las posibilidades de la intervención quirúrgica o cateterismo para cerrarlo y así evitar el riesgo de infecciones.

Ante ductus de tamaño mayor con repercusión hemodinámica significativa, está indicado el cierre quirúrgico. La actividad física normal se puede reanudar transcurridos seis meses de la intervención. Para mayor garantía hay que comprobar que se han normalizado las dimensiones del corazón y la presión arterial pulmonar mediante un ecocardiograma. La prueba de esfuerzo y el ECG de Holter son recomendables para descartar la presencia de arritmias significativas.

Estenosis pulmonar

Es la forma más común de obstrucción aislada del tracto de salida del ventrículo derecho.

La obstrucción a la eyección en el ventrículo derecho puede ser de origen infravalvular (estenosis infundibular), valvular o supravalvular. El cálculo por Doppler del gradiente transpulmonar orientará sobre la gravedad de la estenosis.

■ **Recomendaciones**

- En caso de estenosis pulmonar ligera (gradiente sistólico máximo < 30 mmHg) se podrá realizar actividad física y deportiva sin limitaciones.
- En caso de estenosis pulmonar moderada (gradiente entre 30 y 60 mmHg), se debe valorar ésta individualmente en función de la repercusión clínica de la lesión. En general, podrá realizarse deportes de intensidad ligera-moderada. La mayoría de los casos

con gradiente superior a 40-50 mmHg serán candidatos a dilatación mediante valvuloplastia (sólo en caso de estenosis valvulares).

- Los pacientes con estenosis pulmonar grave sólo podrán participar en actividades de muy baja intensidad, estando indicada la corrección mediante valvuloplastia o cirugía.

Coartación aórtica

Esta anomalía se caracteriza por la existencia de una obstrucción al flujo aórtico y se manifiesta clínicamente por la presencia de hipertensión en las extremidades superiores y valores normales o bajos en las inferiores. Este fenómeno se produce a consecuencia del gradiente que se establece a través de la obstrucción. Dicho gradiente puede incrementarse notablemente con el ejercicio, lo que constituye un riesgo para los pacientes que presentan además aneurismas cerebrales.

■ Recomendaciones

- En coartaciones muy ligeras, sin dilatación significativa de la raíz aórtica y gradiente transcoartación inferior a 20 mmHg en reposo, sin hipertensión sistémica basal y con respuesta arterial normal durante el ejercicio, se puede practicar ejercicio físico sin limitaciones, pero se debe tener precaución con el ejercicio físico de predominio isométrico intenso.
- Cuando no se cumplan dichas condiciones, no se recomendará la práctica deportiva hasta la reparación de la obstrucción.

Enfermedad de Ebstein

Esta enfermedad se caracteriza por un desplazamiento del anillo de la válvula tricúspide hacia la cavidad ventricular derecha debido a anormal emplazamiento de las valvas.

Hay que tener en cuenta la gran variabilidad en la presentación clínica de esta anomalía. Se puede encontrar desde formas "minor" que no ocasionan síntomas al paciente y que permiten hacer depor-

te con normalidad, hasta formas graves con cianosis y baja capacidad funcional. Recomendaciones:

- Pacientes con enfermedad de Ebstein de grado ligero, con capacidad funcional normal y sin arritmias, pueden realizar ejercicio físico sin limitaciones.
- Pacientes con enfermedad de Ebstein clínica y funcionalmente bien caracterizados (cianosis, insuficiencia cardíaca, arritmias, etc.) son candidatos a cirugía y, si el resultado es bueno, podrán realizar actividad física de baja intensidad.
- Pacientes con grados intermedios de gravedad e insuficiencia tricuspídea moderada deben ser valorados individualmente, pero, con criterios generales, podrán realizar ejercicio físico de baja intensidad.

Síndrome de Marfan

Las manifestaciones cardíacas que pueden encontrarse en el síndrome de Marfan son la dilatación aórtica y el prolapso de la válvula mitral. La importancia de la regurgitación aórtica está relacionada con el grado de dilatación de la raíz, pero la disección aórtica puede ocurrir en pacientes con dilatación ligera o moderada. Por ello los deportes de contacto estarán siempre contraindicados en este síndrome. No obstante, puede practicarse actividades de baja o moderada intensidad. Sólo cuando no exista regurgitación aórtica significativa se podrá realizar un grado superior de actividad deportiva, y siempre en todo caso se evitarán los deportes con riesgo de colisión. Los criterios mayores para el diagnóstico que afectan al sistema cardiovascular son la dilatación con o sin regurgitación aórtica y la disección de la aorta ascendente. Los criterios menores son presencia de prolapso valvular mitral, con o sin regurgitación y dilatación del tronco de la arteria pulmonar en ausencia de estenosis pulmonar o de otras causas en pacientes por debajo de los 40 años, la calcificación del anillo mitral por debajo de los 40 años o la dilatación de la aorta torácica abdominal por debajo de los 50 años.²³

Prolapso de la válvula mitral

Esta anomalía se caracteriza por el abombamiento de una o ambas valvas hacia la aurícula izquierda y se asocia por lo común al

síndrome de Marfan. Desde un punto de vista clínico los signos más evidentes son el soplo sistólico tardío precedido de clic mesosistólico. Se asocia a manifestaciones clínicas como palpitaciones, síncope, dolor torácico, deformidades de la columna o pectus excavatum. Los signos más comunes que se observan en el ECG son trastornos de la repolarización, alteraciones del complejo QRS y prolongación del intervalo QT.²⁴⁻²⁵

El hallazgo de una imagen de prolapso mitral en un examen de rutina por eco en ausencia de signos clínicos que definen el prolapso no es una contraindicación para el deporte.

■ **Recomendaciones**

Prolapso mitral con insuficiencia mitral de grado ligero-moderado: los pacientes pueden participar en deportes de moderada repercusión cardiovascular y seguimiento cada 6 meses.

Prolapso con insuficiencia mitral de grado moderado-grave: se puede practicar deportes de bajo nivel de esfuerzo y seguimiento hasta que se decida la reparación quirúrgica.

Miocardiopatía hipertrófica

Es una enfermedad primaria del músculo cardíaco generalmente de origen congénito con rasgos clínicos y pronósticos muy diversos. Los cambios estructurales que la caracterizan son el ventrículo izquierdo hipertrófico con espesor del tabique interventricular superior al de la pared libre (por esta razón se la había definido como miocardiopatía hipertrófica asimétrica). La cavidad ventricular no está dilatada, uno de los signos que permiten diferenciar los casos dudosos entre miocardiopatía hipertrófica e hipertrofia ventricular en deportistas. El estudio histológico muestra desorganización de miofibrillas y aumento del número de arterias coronarias intramurales anormales con paredes engrosadas a expensas de la reducción de la luz.²⁶

La repercusión funcional de la hipertrofia se pone de manifiesto por la pérdida de la distensibilidad ventricular y la dificultad al llenado diastólico.

La miocardiopatía hipertrófica es la causa más común de muerte súbita en jóvenes deportistas con la particularidad de que la mayo-

ría no ha presentado sintomatología previa.²⁷ Los antecedentes familiares de miocardiopatía o muerte súbita en edades tempranas constituyen una información muy valiosa para establecer las medidas de prevención más adecuadas.

El perfil de la enfermedad es muy amplio según el grado de hipertrofia y la edad en la que se establece el diagnóstico. Muchos de los casos se diagnostican de forma accidental después de haber participado en deportes de competición de alta intensidad sin haber presentado ningún tipo de síntomas ni problemas en el rendimiento deportivo. Por este motivo la actitud ante estos casos con respecto a practicar deporte debería ser más flexible y, como medida más prudente, no crear más inquietud.

Las variedades genéticas, clínicas y morfológicas de la enfermedad tienen trascendencia en la valoración del riesgo de muerte súbita. Los marcadores más conocidos de estos episodios son la historia familiar, taquicardia ventricular no sostenida en adultos y respuesta anormal de la presión arterial durante la prueba de esfuerzo en menores de 40 años.²⁸

La estratificación del riesgo en pacientes con miocardiopatía hipertrófica no está definida a pesar de conocerse los marcadores antes referidos. En otro sentido, se ha documentado el buen pronóstico de la mayoría de casos con miocardiopatía, incluso en deportistas que realizan programas de entrenamiento y competiciones de gran intensidad.²⁹ La respuesta anormal de la presión arterial sistólica durante el ejercicio es un marcador de riesgo asociado a disminución excesiva de las resistencias vasculares sistémicas durante el ejercicio.^{29a} Un estudio reciente en pacientes con respuesta normal y anormal durante el ejercicio ha demostrado mediante monitorización de la función ventricular con el sistema VEST que la respuesta anormal de la presión arterial sistólica se asocia con depresión de la función sistólica. Esta inestabilidad de la función cardíaca se asocia con alto riesgo de muerte súbita.^{29b}

El diagnóstico se establece con frecuencia en el curso de una revisión médica ordinaria sin que existan antecedentes cardiológicos previos. Esta circunstancia es un argumento para no tomar decisiones precipitadas ante programas de entrenamiento físico que constituyen para una parte importante de la población un medio de promoción de la salud. La prohibición absoluta del ejercicio físico probablemente no mejorará el pronóstico y, por el contrario, puede generar otros problemas de tipo psicológico y personal.

Las recomendaciones de ejercicio físico han cambiado sensiblemente al disponer de más información sobre los tipos de enfermedad por las mutaciones genéticas y el buen pronóstico de la mayoría de ellos. Sigue siendo una contraindicación para el deporte de competición; no obstante, cuando se diagnostica la enfermedad en un deportista mayor de 25 años que ha entrenado y competido al más alto nivel, especialmente si se trata de un deportista profesional, deberían modificarse los criterios a la luz de los avances que se han conseguido en el conocimiento de los subgrupos de miocardiopatía.

■ **Recomendaciones³⁰**

Los deportistas de menos de 30 años no deben participar en deportes de competición. Se permite, no obstante, practicar deportes con baja intensidad de esfuerzo.

Deportistas de más de 30 años pueden participar en deportes que requieren mayor nivel de esfuerzo si no hay historia de síncope, arritmia ventricular compleja documentada en el estudio con ECG de Holter o hipotensión durante la prueba de esfuerzo.

La decisión de autorizar el deporte de competición a un deportista de más de 30 años que ha llegado a competir a todos los niveles sin haber presentado síntomas de ningún tipo sigue sometida a controversia. Las implicaciones médico-legales son las que en último término influyen en la toma de decisiones más que el hipotético riesgo. Se necesita profundizar en la identificación de otros marcadores de riesgo asociados a bases genéticas.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

La mayoría de las cardiopatías congénitas más frecuentes en jóvenes y adultos son compatibles con la práctica de ejercicio físico. Sólo en determinados casos habrá que valorar particularmente la idoneidad para hacer deporte o simple actividad física.

HIPERTENSIÓN ARTERIAL

La hipertensión arterial se clasifica en dos grupos, primaria y secundaria. La causa más común de hipertensión secundaria es la enfermedad renovascular. Coartación de aorta, feocromocitoma e hiperaldosteronismo primario son otras causas menos comunes.

Se han llevado a cabo numerosos estudios con el fin de investigar los efectos del ejercicio físico sobre la presión arterial. El 70% de los que se han documentado muestra disminución significativa de la PAS. La reducción media es del orden de 10,5 mmHg, con cifras iniciales de 154 mmHg. La reducción media de la PAD es 8,6 mmHg, con unos valores iniciales de 98 mmHg.³¹⁻³⁴

La prescripción inadecuada de ejercicio puede generar sobrecarga física y psíquica (sobreentrenamiento) e indirectamente provocar un incremento inesperado de la presión arterial. Esta situación es poco frecuente pero, cuando se presenta, generalmente ocurre en personas que no siguen un método de entrenamiento controlado y acumulan excesivo volumen de trabajo físico. A largo plazo se manifiesta con pérdida de rendimiento y alteraciones del sistema nervioso autónomo y los valores de la presión arterial. La mayoría de los afectados por sobreentrenamiento son deportistas adultos que siguen un horario laboral completo con programas de entrenamiento duros. La vida sedentaria es un factor de riesgo independiente para hipertensión, el índice de masa corporal y los niveles de insulina en plasma. Asimismo, la presión arterial se relaciona inversamente con el nivel habitual de actividad física.³⁵⁻³⁷

Paffenberger estudió la relación entre actividad física y causas de mortalidad en 5.463 alumnos de la Universidad de Pensilvania y 14.998 alumnos de Harvard. Los datos revelan que el gasto energético de menos de 500 kcal por semana, sobrepeso e incremento de peso eran factores de riesgo independientes para hipertensión. El ejercicio físico moderado (más de 4,5 MET/minuto) se asocia a un 23% más bajo de riesgo de muerte e hipertensión.³⁸ El efecto del ejercicio sobre la PAS es más acusado en individuos de 41 a 60 años. La reducción de la PAD parece ser independiente de la edad.³⁵

Los mecanismos a través de los cuales se produce el efecto hipotensor son, posiblemente, la reducción de la actividad simpática y modificaciones del sistema renina-angiotensina-aldosterona (reducción del volumen plasmático y aumento de la excreción de sodio).³⁹⁻⁴¹

Una vez se ha demostrado que la actividad física tiene efectos favorables sobre la HTA, el siguiente paso es establecer los niveles más adecuados según el grado de gravedad de la hipertensión. La restricción de la actividad física sin argumentos sólidos no tiene sentido, pues constituye por sí misma, junto a las medidas convencionales, una forma de tratamiento no farmacológico eficaz y sin efectos secundarios.

■ **Valoración**

- Antes de realizar la prescripción de ejercicio se ha de definir la gravedad de la HTA mediante anamnesis, exploración física, analítica general, ECG, prueba de esfuerzo y, en determinados casos, ecocardiograma.
- La mayoría de los pacientes presentan HTA esencial (aproximadamente el 95%). Por esta razón, las normas sobre actividad física se elaboran en torno a este problema. El comportamiento de la PA durante el esfuerzo permite diseñar el programa de ejercicio físico con criterios más técnicos y objetivos. El incremento normal es de 7-10 mmHg por MET (gasto energético basal) en individuos sedentarios sanos. Este dato es útil para diferenciar la respuesta normal de la reacción hipertensiva.
- La presión arterial durante el trabajo dinámico o aeróbico aumenta en proporción al trabajo realizado hasta un pico que coincide con el máximo esfuerzo. Los valores promedio más elevados de la presión arterial sistólica son 210 mm Hg para edades de 20 a 29 años y 235 mm Hg para edades de 70 a 79 años.⁴²
- Con cierta frecuencia se observan reacciones hipertensivas en individuos que presentan cifras normales en reposo. Por el contrario, pacientes con HTA en reposo presentan durante el esfuerzo una curva aplanada con incrementos suaves. Esta respuesta tan diversificada de la presión arterial con el ejercicio sugiere realizar una prueba de esfuerzo en todos los casos y adaptar el tipo y la intensidad del trabajo con una prescripción individual.

■ **Recomendaciones**

- Pacientes con HTA ligera o moderada (TAS 160-178 mmHg y TAD 100-109 mmHg) y ausencia de repercusión orgánica pue-

den realizar actividad física y deportiva sin limitaciones. Pese a ello, la actividad física de predominio dinámico es más favorable y en este contexto hay que diseñar el programa de ejercicio.

- Pacientes con HTA grave deben evitar la actividad física de tipo isométrico. Cuando la HTA se ha estabilizado mediante el tratamiento farmacológico, se recomendará trabajo dinámico de baja y moderada intensidad, cumpliendo así con el doble objetivo: medida terapéutica y ocupación del tiempo de ocio. La tonificación muscular utilizando pesas no es una contraindicación para la mayoría de pacientes afectados de hipertensión controlada pero hay que moderar las cargas y realizar el trabajo con mayor número de repeticiones.

En resumen, la recomendación de actividad física ha de extenderse al mayor número de pacientes posible, explicando los efectos que ejerce sobre la regulación de la TA. La moderación en el consumo de sal, supresión de grasas, medicación, relajación psíquica y ejercicio físico constituyen los pilares en el tratamiento de la enfermedad. La actividad física puede contribuir a regular las cifras de TA sin tratamiento farmacológico o, en su defecto, disminuir la dosis de los fármacos utilizados habitualmente.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

La actividad física es un componente entre las medidas generales de prevención y tratamiento de la hipertensión arterial.

TRASPLANTE CARDÍACO

El trasplante cardíaco es una medida terapéutica en el estadio final de la enfermedad cardíaca. El fracaso del tratamiento farmacológico y el mal pronóstico a corto plazo de los pacientes son los argumentos que determinan recurrir a esta solución como única salida al estado preterminal en que se encuentran la mayoría de los casos.

Los pacientes incluidos en el programa de trasplante no realizan, habitualmente, actividad física debido al deterioro de su capacidad

funcional. La misma inactividad exagera la limitación al esfuerzo y provoca cambios importantes en la estructura y función del músculo esquelético, con disminución de la masa muscular y reducción del flujo sanguíneo y de los mecanismos de utilización de la energía.⁴³ En esta situación se produce el trasplante cardíaco, con un período postoperatorio de duración variable que agrava los efectos desfavorables de la inactividad física.

Una vez superado el período postoperatorio inmediato, el paciente presenta desde el punto de vista funcional las siguientes particularidades:

- La FC intrínseca en reposo es más alta al no actuar el mecanismo regulador neurovegetativo. La función cronotrópica depende de la liberación de catecolaminas y la respuesta se produce por vía humoral. El corazón denervado muestra un aumento de la sensibilidad a las catecolaminas circulantes. Este fenómeno se debe al aumento de la afinidad y/o densidad de los betarreceptores miocárdicos.⁴⁴
- Importante pérdida de masa muscular responsable en gran parte de la limitación periférica al esfuerzo por disminución del transporte y la utilización de la energía.
- Capacidad física muy limitada en gran medida por el tiempo de inactividad física.
- Tendencia a la obesidad favorecida por la medicación inmunosupresora.

Objetivos

La actividad física ha de promoverse lo antes posible para restablecer la capacidad de rendimiento físico, especialmente por el intenso deterioro del factor periférico. Asimismo, la mejora de la adaptación al esfuerzo ha de servir para normalizar el estilo de vida de acuerdo con la edad, objetivos y tipo de actividad física que se pretenda llevar a cabo.⁴⁵

La prueba de esfuerzo con isótopos es una de las exploraciones que se realizan para la detección del rechazo en el seguimiento de estos pacientes. Este estudio tiene poca validez si no se efectúa un nivel de esfuerzo suficientemente alto. La mayoría de los pacientes realizan poco esfuerzo por agotamiento muscular. Éste es otro de los motivos para recomendar la actividad física en pacientes trasplantados.

Estructura del programa de prescripción de ejercicio en trasplante cardíaco (Hospital de Sant Pau)

La mayoría de los pacientes que han recibido un trasplante cardíaco no proceden del área de influencia del hospital. Esto constituye un inconveniente para llevar a cabo un programa supervisado con un número de sesiones suficiente y con facilidades de tiempo y desplazamientos. El programa se inicia en los pacientes seleccionados que no presentan signos de rechazo a los 10 días de la intervención con trabajo dinámico suave de extremidades.

La tolerancia al trabajo es, en general, deficiente. Por ello la intensidad del esfuerzo ha de ser necesariamente baja. El tiempo de ejercicio inicial oscila entre 10 y 15 min, y se incrementa 5 min semanales hasta los 30 min. Se realizan sesiones supervisadas (6-8 son suficientes) y se prescribe la actividad para realizar en el domicilio. El programa es muy sencillo: caminar y/o bicicleta que se complementan con ejercicios de flexibilidad y tonificación muscular. A los dos meses los pacientes han de estar capacitados para realizar, como mínimo, una hora de actividad física, ligera-moderada (gasto energético superior a 4,5 kcal/min).

A partir de los dos meses se realiza una prueba de esfuerzo para valorar la capacidad funcional. Con los datos de la prueba se diseña el programa que han de seguir los cuatro meses siguientes. Además, pueden practicar natación y realizar ejercicios para la tonificación muscular según las pautas que se recomiendan en el capítulo 3 para la población general no entrenada.

Si existen limitaciones en la movilidad articular por efectos del sedentarismo, se recomienda que el/la fisioterapeuta del programa efectúe los ejercicios de rehabilitación más adecuados a la situación de modo que no se produzcan desajustes en la adaptación progresiva al ejercicio. Los programas son, en toda su estructura, de carácter individual.

Con el objetivo de reforzar el hábito del ejercicio físico regular, algunos de estos pacientes participan en una carrera que se desarrolla por un circuito intrahospitalario en la que se anda o corre durante 60-90 minutos. Los que no están en condiciones de participar en la carrera realizan en el transcurso de éstas técnicas alternativas en posición de pie o sentado dirigidas por un fisioterapeuta. La experiencia demuestra que este acontecimiento que se celebra desde hace 14 años en el Hospital es una referencia para todos los pacientes

que hacen ejercicio regularmente para estar preparados para la fecha. Sólo se admite a los que han demostrado regularidad en los 6 meses previos a la carrera.

- **Intensidad de ejercicio:** Se realiza según porcentaje de la FC y del $\dot{V}O_2$ máx alcanzado en la prueba de esfuerzo. No debe sobrepasarse el umbral anaeróbico si se dispone de este dato y es fiable. Lo más importante, no obstante, es mantener la sensación de cansancio agradable y evitar picos de esfuerzo excesivo.
- **Duración del ejercicio:** Debido a los efectos favorables sobre la salud y la conveniencia de mantener una buena capacidad física, se aconseja continuar el entrenamiento por tiempo indefinido. La regulación del sobrepeso y de la PA puede conseguirse por el ejercicio físico bien estructurado.

Prescripción de ejercicio físico durante el período pretrasplante

El período de tiempo transcurrido desde que los pacientes son derivados al programa de trasplante cardíaco o incluso antes de llegar a una situación tan avanzada, permite tomar decisiones con respecto a la actividad física que contribuyen a disminuir el deterioro de la capacidad funcional.

Existe la evidencia de que la intolerancia al esfuerzo en pacientes con insuficiencia cardíaca crónica no se debe sólo al bajo GC, sino que en parte se debe a alteraciones del metabolismo oxidativo del músculo esquelético. El entrenamiento regular produce un incremento de la capacidad de ejercicio y retrasa la aparición del metabolismo anaeróbico. Ello se debería al incremento de la capacidad oxidativa del músculo esquelético.⁴⁶ Se ha demostrado que pacientes con insuficiencia cardíaca de grado moderado-grave presentan mejor tolerancia al esfuerzo con disminución de la disnea con entrenamiento selectivo de bajo nivel de extremidades inferiores. Este efecto se produce por mejora de la función muscular.⁴⁶

Pacientes seleccionados con insuficiencia cardíaca de moderada a grave pueden alcanzar mejoras significativas de la capacidad de ejercicio. Además de la mejora de la capacidad aeróbica, se produce un desplazamiento de la actividad simpática hacia un incremento de la actividad vagal. La prolongada inactividad causa deterioro del músculo esquelético y del sistema cardiovascular que, en parte, puede ser responsable de anomalías en el control autonómico del

corazón. El alivio de los síntomas y la mejora de la capacidad de ejercicio, de los parámetros hemodinámicos, de la función cardiopulmonar y de la regulación autonómica confirman la posibilidad de que pacientes en lista de espera de trasplante cardíaco se beneficien del programa de entrenamiento para disminuir las alteraciones producidas por efecto de la inactividad física.

Los programas de ejercicio físico en pacientes en lista de espera para trasplante cardíaco son muy importantes porque se consigue mantener la capacidad física, evitar el deterioro del músculo esquelético con pérdida de masa, tono muscular y red vascular de aporte energético, y mejorar las funciones pulmonar y cardíaca. En algunos casos se ha conseguido que, ante los cambios beneficiosos experimentados, los pacientes sean excluidos temporalmente de la lista de espera.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

La mejora de los mecanismos de utilización de energía por el músculo periférico contribuye a incrementar la tolerancia al esfuerzo.

Arritmias cardíacas

Las arritmias, en ausencia de signos de cardiopatía orgánica, son frecuentes en deportistas, en especial las promovidas por el propio entrenamiento al incrementar el tono vagal y deprimir la actividad simpática. La bradicardia sinusal con una FC inferior a 60 latidos/minuto se presenta en el 100% de deportistas bien entrenados. Frecuencias por debajo de 40 latidos/minuto son menos habituales pero en estos casos hay que hacer un seguimiento más cuidadoso, pues uno de los signos de sobreentrenamiento es precisamente la bradicardia sinusal extrema.⁴⁷⁻⁴⁹ El comportamiento durante el esfuerzo es clave para definir si se trata de bradicardia sinusal fisiológica. En estos casos el incremento de la frecuencia cardíaca es normal y superior a 120 latidos/minuto.

La arritmia sinusal se define como la variación de la frecuencia cardíaca con el ciclo respiratorio. Aumenta con la inspiración y dis-

minuye con la espiración. Es más común en los deportistas jóvenes y desaparece con el ejercicio y con la edad. En los deportistas veteranos, corredores de fondo, ciclistas o nadadores, se puede observar que se mantiene la arritmia sinusal más acusada debido al efecto del tono vagal inducido por el entrenamiento. Este fenómeno no se registra en adultos sedentarios.

La disociación AV en el ECG de reposo que desaparece con hiperventilación o esfuerzo (por ejemplo flexiones de tronco en la propia camilla) no contraindica el deporte. La presencia de pausas sinusales inferiores a 2.500 mseg en el ECG basal o durante la monitorización por ECG de Holter no constituye una limitación para hacer deporte.

Bloqueo AV de 1º grado: P-R superior a 0,20" que durante el esfuerzo se normaliza o disminuye significativamente corresponde, habitualmente, a trastorno funcional. No hay limitaciones para practicar deporte, pero se recomienda repetir el ECG cada seis meses. No es necesario realizar prueba de esfuerzo convencional si con maniobras de hiperventilación o flexiones de tronco el P-R se normaliza. (fig. 1 A y B).

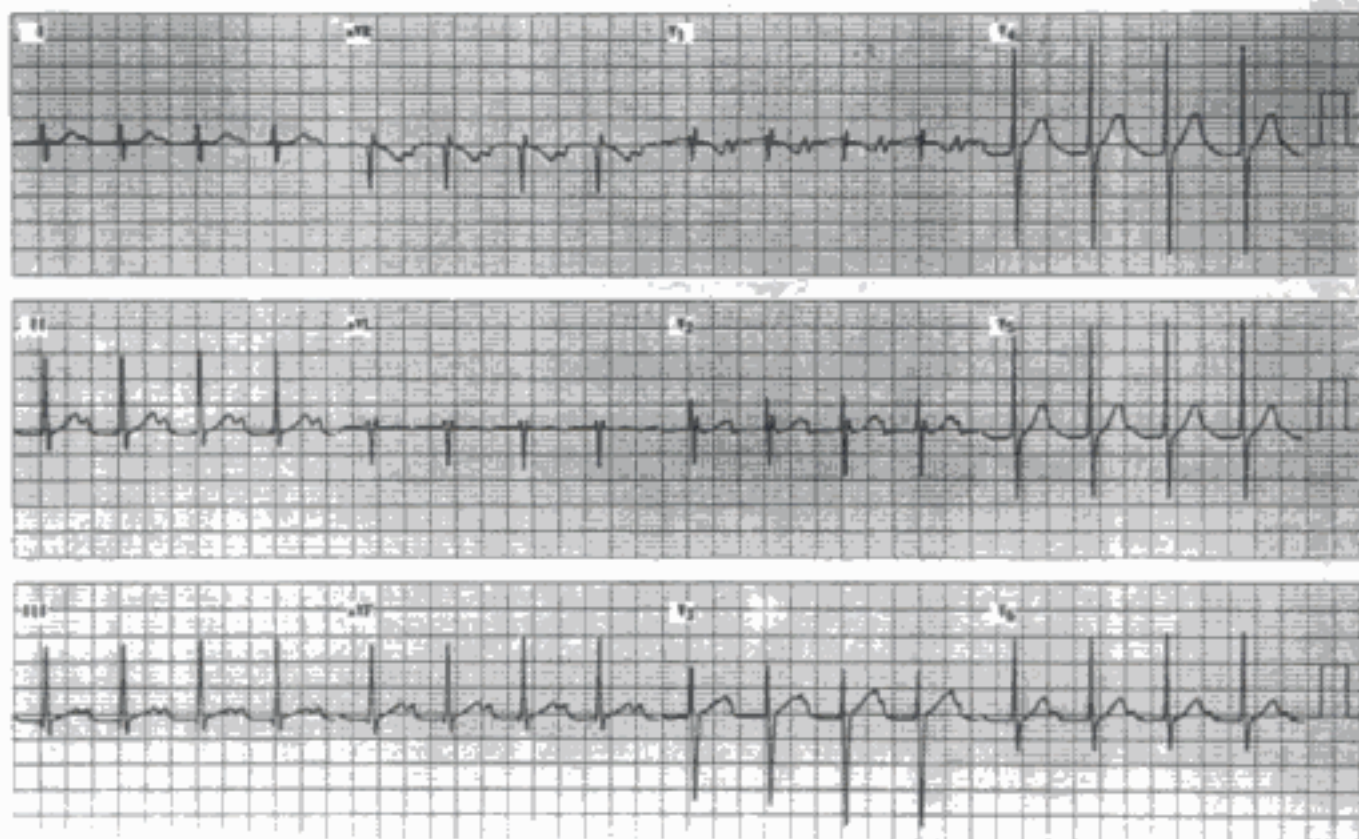


Fig. 6.1. A: Bloqueo AV de primer grado en un niño de 13 años jugador de baloncesto.

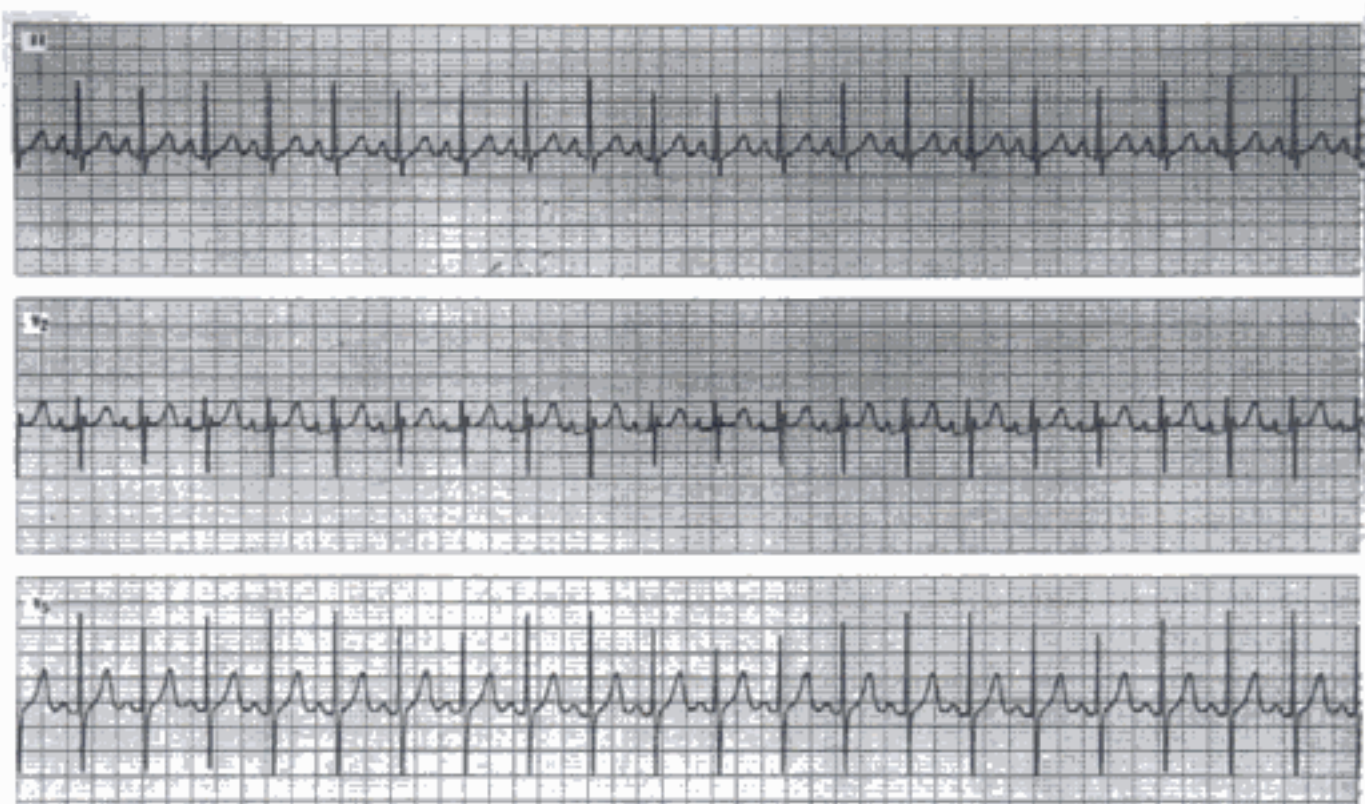


Fig. 6.1. B: Con ejercicio ligero el P-R se normaliza.

Bloqueo AV de 2º grado tipo Wenckebach o Mobitz I: Es frecuente en deportistas especialmente durante la noche. Lo habitual es que desaparezca con el ejercicio o simplemente durante la transición del período de sueño a vigilia. En el bloqueo AV de 2º grado Mobitz II es necesario realizar estudio electrofisiológico para descartar la afectación orgánica de la unión AV. En casos extremos de sobreentrenamiento, en los que aparecen signos de hipervagotonía no fisiológica, puede observarse bloqueo AV Mobitz II. (fig. 2). El descanso durante un período superior a los 6 meses es el tratamiento y a la vez la confirmación diagnóstica.⁴⁷

El bloqueo AV de 2º grado inducido por el ejercicio es poco frecuente y ocurre por lo común en personas de edad avanzada. Se manifiesta por disnea e intolerancia al esfuerzo y constituye indicación para implantación de marcapasos previo estudio electrofisiológico (fig. 3 A y B).

El bloqueo A-V de 3º grado no está provocado por el entrenamiento normal ni por modificaciones del sistema nervioso autónomo secundarias a excesivo entrenamiento. Se debe, con toda probabilidad, a una causa orgánica y de origen congénito en los jóvenes. Si no existe anomalía estructural cardíaca asociada, en el bloqueo AV

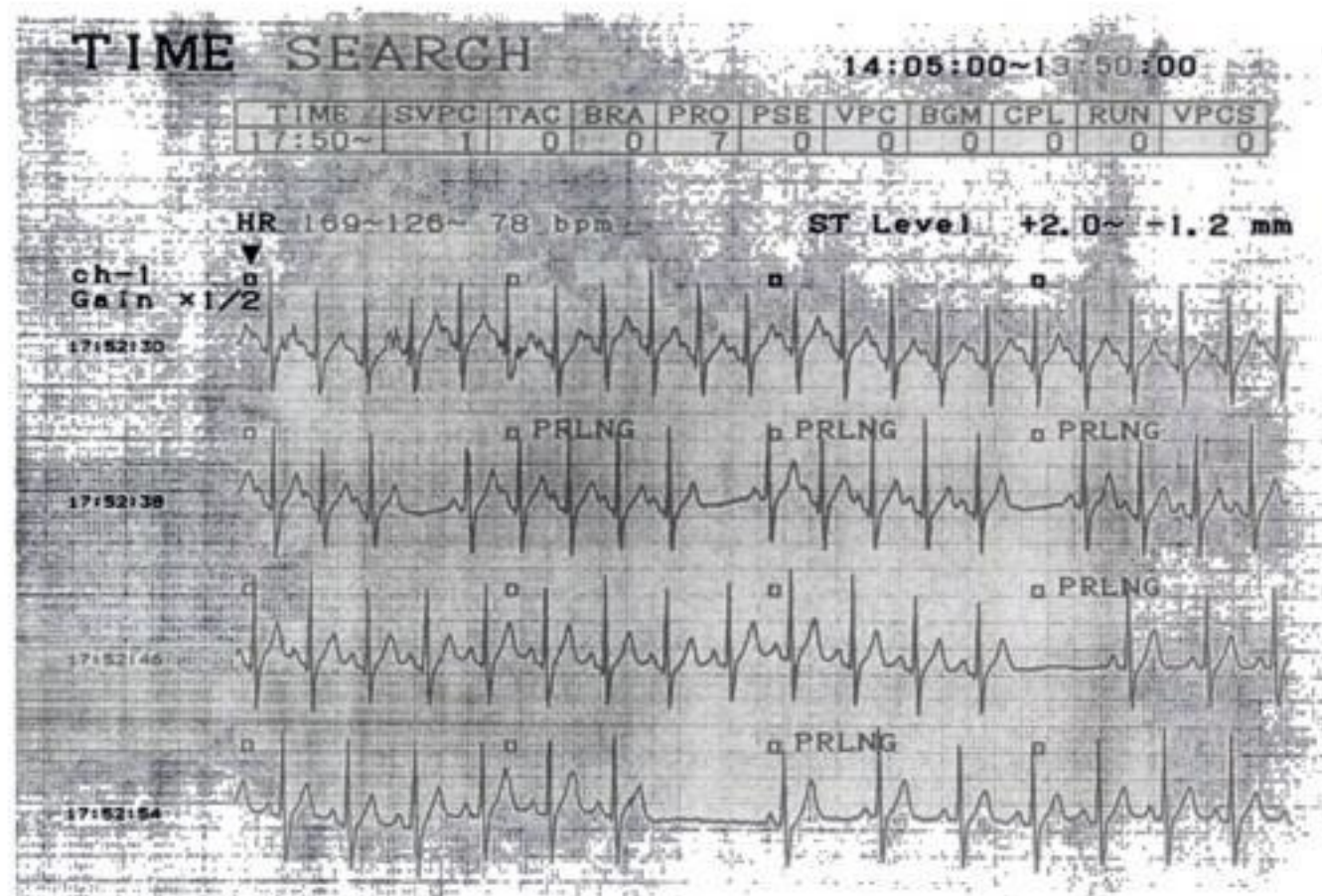


Fig. 6.2. Bloqueo AV de segundo grado en un ciclista de 19 años. Aparece a una frecuencia cardíaca alta y no es constante. Después de un periodo de más de 6 meses de inactividad no ha vuelto a aparecer.

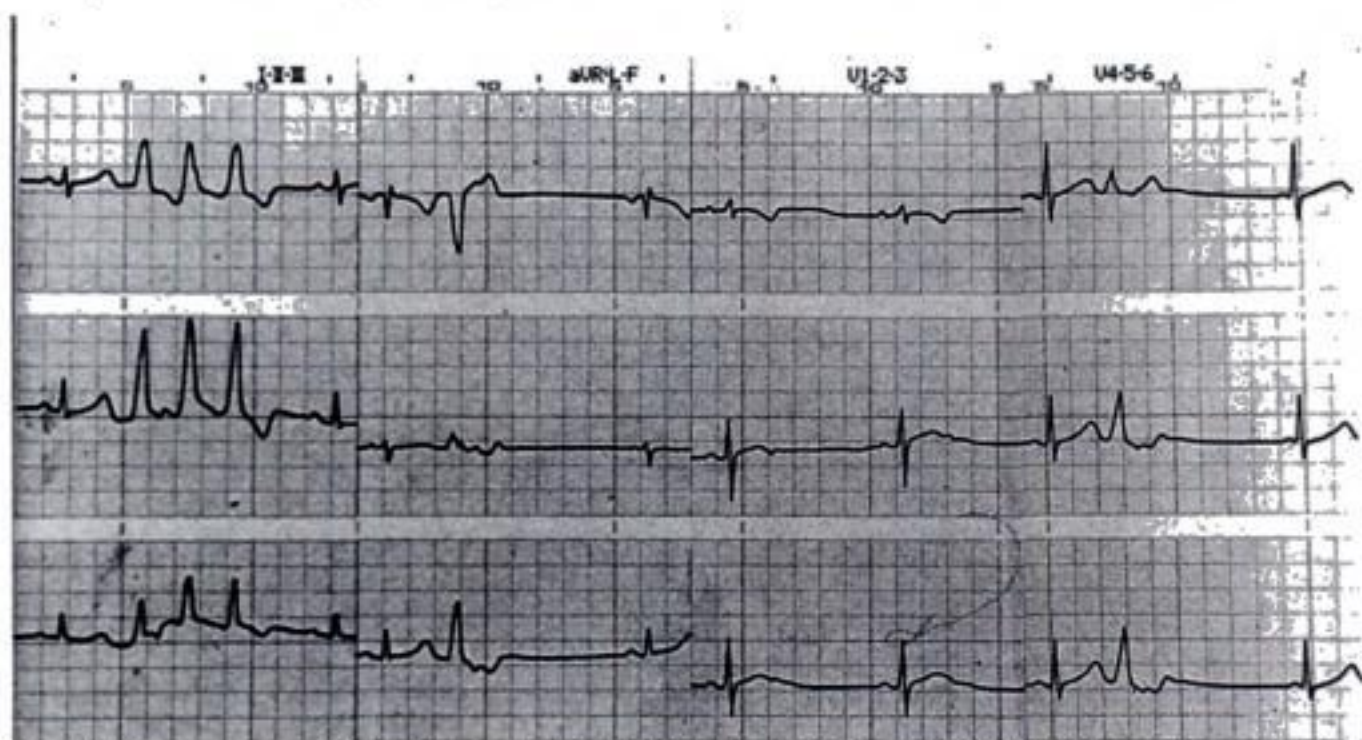


Fig. 6.3. Complejos ventriculares frecuentes aislados y triplets en una atleta de 22 años. No hay cardiopatía. Con el esfuerzo desaparecen. La presencia de la arritmia coincide con acumulación de actividad laboral intensa y el entrenamiento.

congénito se puede efectuar actividad física normal no competitiva ni extenuante. La ausencia de sintomatología y una prueba de esfuerzo con ritmo de escape ventricular superior a 110 latidos/minuto y sin otras arritmias acompañantes son los datos objetivos necesarios para prescribir el ejercicio físico más adecuado.

Extrasístoles ventriculares (complejos ventriculares prematuros)

En ausencia de cardiopatía orgánica lo más frecuente es que desaparezcan con el ejercicio. Se trata en estos casos de extrasístoles de comportamiento y pronóstico benigno, y se puede practicar deporte sin limitaciones.

Si los complejos ventriculares prematuros son frecuentes, sin llegar a desaparecer absolutamente con el ejercicio, pero se aprecia una reducción significativa del número de complejos aislados, la actitud será la misma que en el caso anterior.

Cuando la extrasistolia ventricular aumenta durante el ejercicio y aparecen complejos de diferente morfología, parejas o tripletas, cabe todavía considerar la situación como benigna si no se demuestra la existencia de cardiopatía orgánica. En un estudio realizado sobre 6.101 varones asintomáticos y libres de cardiopatía aparente se observó que los que presentaron extrasístoles ventriculares frecuentes en la prueba de esfuerzo tenían mayor riesgo de muerte por enfermedad cardiovascular a largo plazo.⁵⁰ La relación entre arritmia inducida por el ejercicio y riesgo inmediato o a corto plazo, en ausencia de cardiopatía, sigue siendo, sin embargo, muy dudosa. Deberá interrogarse sobre las características del entrenamiento, la tolerancia y el rendimiento para descartar el sobreentrenamiento, que es una de las causas de arritmia ventricular en un corazón estructuralmente sano (fig. 4).

Taquicardia ventricular

Taquicardia ventricular no sostenida se define como el registro de tres o más latidos ventriculares prematuros agrupados a una frecuencia mayor de 100 lat/min, que terminan espontáneamente en menos de 30 s sin acompañarse de síntomas ni alteraciones hemodinámicas. No se ha demostrado que afecte al pronóstico y generalmente no tiene repercusión sobre el rendimiento físico.

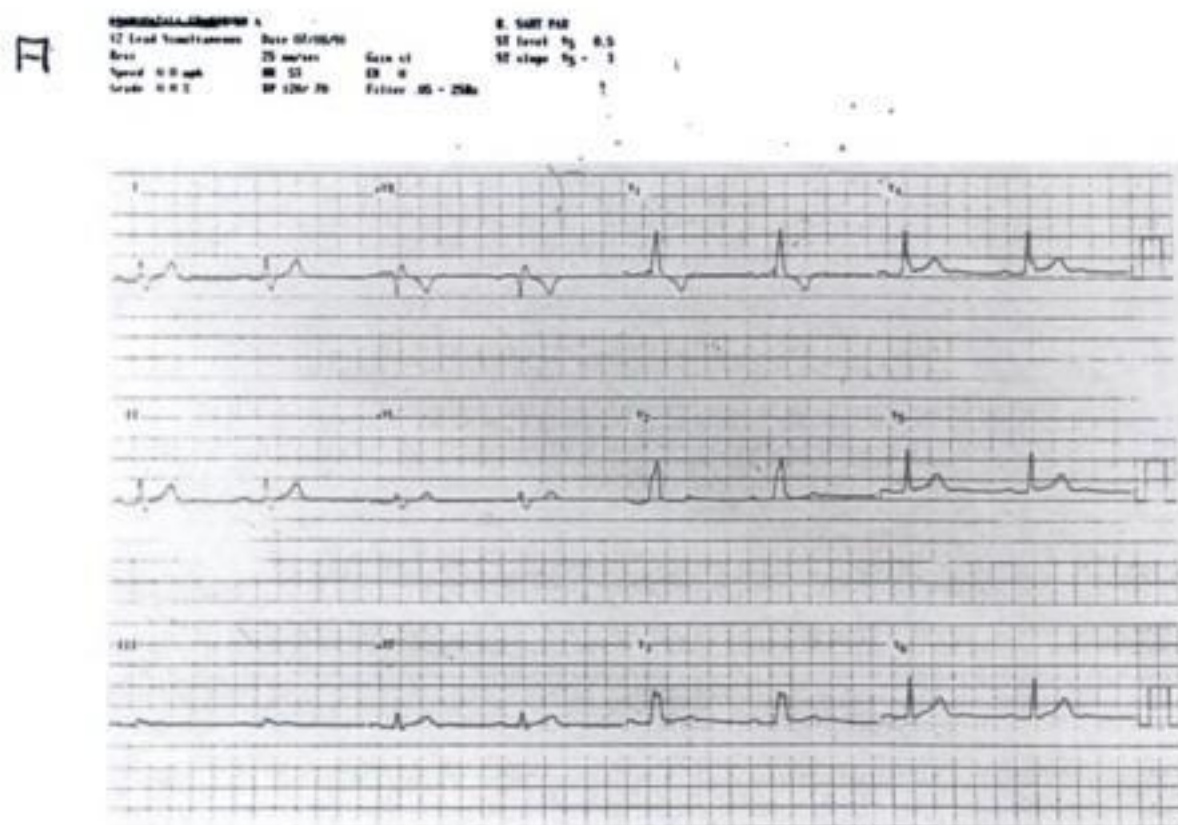


Fig. 6.4. A: ECG de un deportista veterano con P-R normal e imagen de bloqueo de rama derecha.

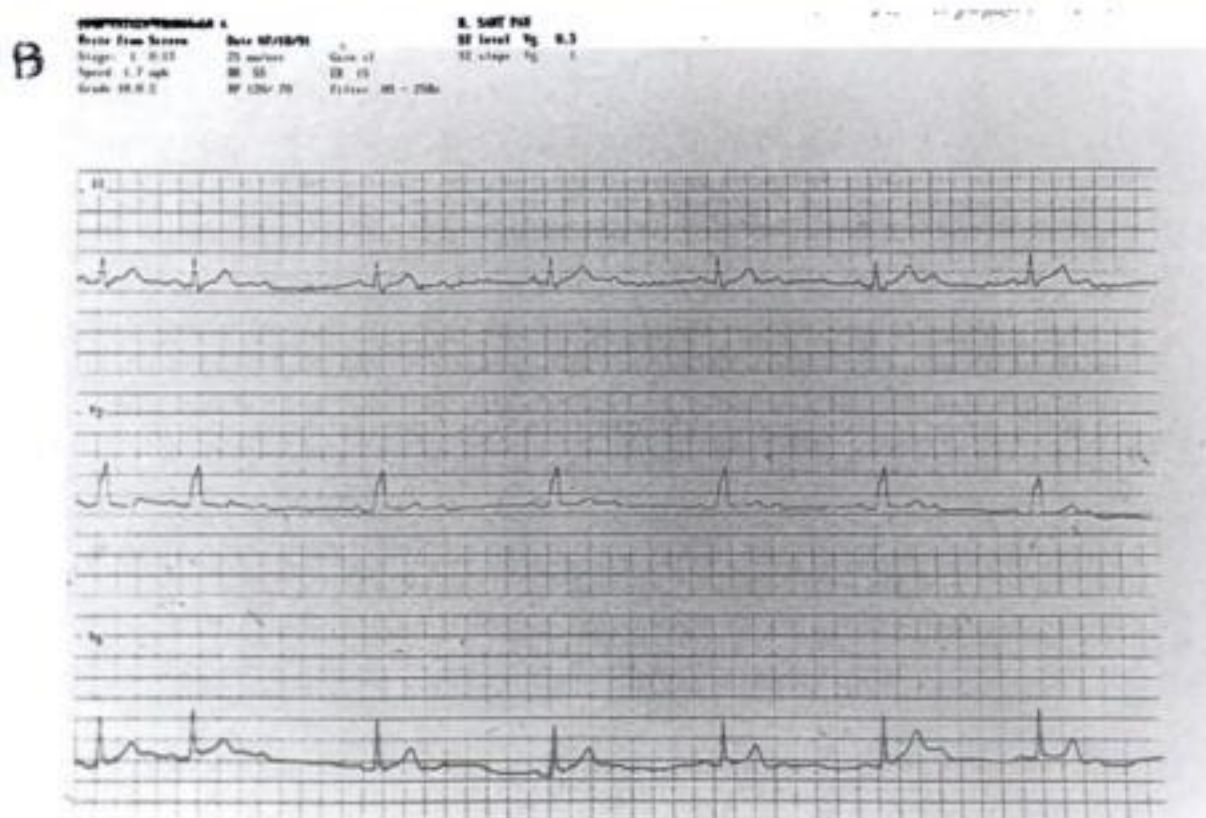


Fig. 6.4 B: ECG de esfuerzo. Aparece bloqueo 2:1 que se acompaña de disnea intensa. Es una indicación para colocar marcapasos.

Si las salvas de taquicardia ventricular disminuyen o desaparecen con el esfuerzo, pueden participar en deportes de competición. Se ha de hacer un seguimiento del entrenamiento para asegurarse de que no hay desequilibrio entre el esfuerzo que se realiza y la capacidad de adaptación fisiológica, causa común de sobreentrenamiento. Además, se debe realizar controles periódicos con prueba de esfuerzo y si es necesario registro de ECG de Holter de 24 horas.

La taquicardia ventricular sostenida (episodios de larga duración superiores a 30 s) es una entidad muy poco frecuente y sus manifestaciones clínicas son diversas, desde ausencia de síntomas hasta el síncope y el paro cardíaco. Se asocia a la presencia de cardiopatía estructural de base, que es lo que condiciona el tratamiento a seguir. La taquicardia ventricular sostenida en ausencia de cardiopatía estructural de base e inducida por el ejercicio es muy rara. Estos episodios pueden presentarse en deportistas con marcados signos de sobreentrenamiento, uno de los cuales puede ser la arritmia ventricular de estas características (fig. 5).

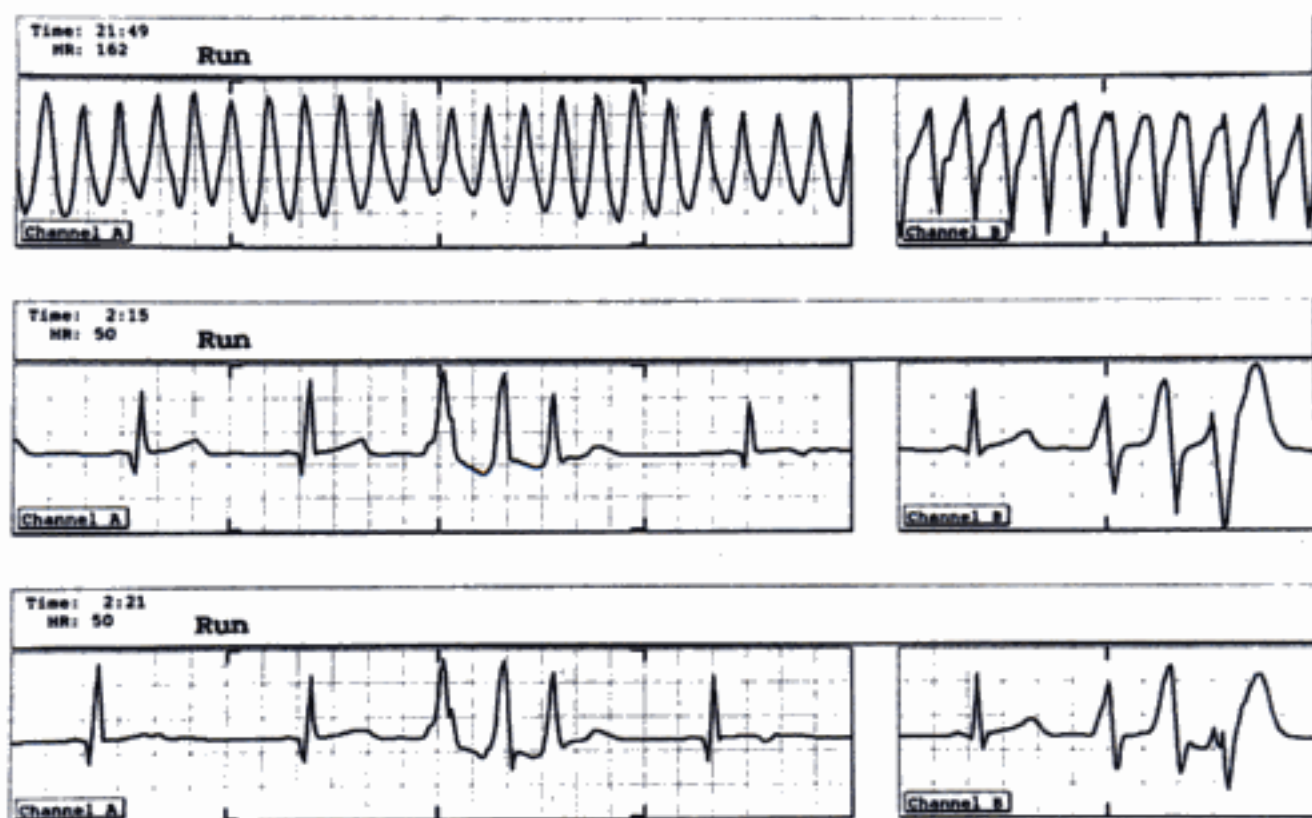


Fig. 6.5. Registro de ECG de Holter de un atleta de fondo de 36 años. Se registran tripletas y salva de taquicardia ventricular que duró más de 30 s. No hay signos de cardiopatía orgánica. Sobreentrenamiento acusado. Después de un período de inactividad de más de 6 meses no ha vuelto a presentar ningún tipo de arritmia.

Las recomendaciones son dejar la actividad física por un período de 6 meses; en caso de que no repitan, se puede permitir la reanudación de la actividad deportiva de la forma habitual que se hace en casos de inactividad prolongada por otras causas.

Taquicardia supraventricular paroxística

Se produce por mecanismo de reentrada por dos mecanismos diferentes. La taquicardia intranodal por reentrada en el nodo AV se produce por la presencia de doble vía nodal y la taquicardia ortodrómica, por vía oculta accesoria. Estas taquicardias se presentan en todas las edades y no es infrecuente verlas en deportistas. La primera representa el 90% del total de las taquicardias supraventriculares.

En ausencia de cardiopatía orgánica no existe limitación para hacer deporte. La repetición de las crisis, duración, tolerancia y la repercusión sobre el rendimiento físico por la ansiedad que provoca su presentación durante un entrenamiento o competición son circunstancias que aconsejan realizar estudio electrofisiológico y ablación.

Fibrilación auricular

El entrenamiento físico predispone a las crisis de fibrilación auricular debido a la marcada hipertonía vagal. La fibrilación auricular aguda aislada revierte de forma espontánea, generalmente en menos de 24 horas. La fibrilación auricular es crónica cuando persiste durante más de 2 semanas. Ante la presencia aislada o en forma repetida de episodios de fibrilación auricular hay que hacer historia clínica, exploración física, ECG, ecocardiograma y estudio de la función tiroidea. La prueba de esfuerzo está indicada para valorar el comportamiento de la frecuencia ventricular media durante el ejercicio en los casos de fibrilación auricular crónica.

En ausencia de cardiopatía orgánica la fibrilación auricular no es una contraindicación para hacer deporte, en especial si el control de la frecuencia cardíaca durante el esfuerzo es adecuado. En presencia de cardiopatía orgánica la prescripción de ejercicio se establece de acuerdo con la repercusión funcional de la cardiopatía.

Arritmias en el síndrome de Wolff-Parkinson-White

El síndrome de WPW es una de las causas de muerte súbita en deportistas a consecuencia de fibrilación ventricular que se presenta en casos excepcionales, una por 1.000 pacientes/año. El mecanismo es la fibrilación auricular con respuesta ventricular rápida conduciendo por la vía anómala que degenera en la fibrilación ventricular.

Las arritmias más comunes son la taquicardia supraventricular recíproca y la fibrilación auricular.

La posibilidad de realizar la ablación de la vía accesorio ha cambiado radicalmente la actitud terapéutica.

Pacientes con WPW con historia de palpitaciones, documentadas o no, son candidatos a estudio electrofisiológico y a intentar la ablación antes de autorizar el deporte.

Existe controversia sobre si pacientes con WPW asintomáticos pueden hacer deporte sin necesidad de la ablación. A la luz de la experiencia acumulada se recomienda realizarla especialmente en deportistas jóvenes por el bajo riesgo que se asocia al procedimiento.

Cuando no es posible la ablación, la prueba de esfuerzo limitada por los síntomas es útil para comprobar si se desencadenan arritmias o desaparece la conducción AV por la vía accesorio. La probabilidad de fibrilación ventricular en los casos en que desaparece la preexcitación es excepcional.

AUTOEVALUACIÓN • AUTOEVALUACIÓN • AUTOEVALUACIÓN

- 1 ¿Cuál es el mecanismo fisiopatológico de la limitación al esfuerzo en la estenosis mitral?
- 2 ¿Cuál es la causa más frecuente de insuficiencia mitral?
- 3 ¿Qué gradiente sistólico máximo entre el ventrículo izquierdo y la aorta existe en la estenosis aórtica grave?
- 4 ¿Cuándo debe limitarse la actividad física a una persona con insuficiencia aórtica?
- 5 Si excluimos el prolapso mitral y la aorta bicúspide, ¿cuál es la cardiopatía congénita que se encuentra con mayor frecuencia en jóvenes deportistas y que es responsable de casos de muerte súbita?
- 6 Ante el diagnóstico de "conducto arterioso persistente" sin repercusión funcional, ¿debe excluirse al paciente de cualquier actividad física?
- 7 ¿Cuál es la causa más frecuente de muerte súbita en deportistas menores de 30 años?
- 8 ¿Cuál es el incremento normal de la presión arterial sistólica en una persona en una prueba de esfuerzo en la que disponemos del gasto energético realizado (MET)?
- 9 ¿Qué tipo de actividad física recomendaría a una persona hipertensa de 55 años que presenta cifras de PA en reposo de 150-95 mmHg?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Paffenbarger, R.S. Jr y Hale, W.E. (1975). "Work activity and coronary heart mortality". *N. Engl. Med.* 292. pp. 545-550.
2. Kannel, W.B. y Sorlie, P. (1979). "Some health benefits of physical activity: the Framingham study". *Arch Intern Med.* 139. pp. 857-861.
3. Blair, S.N.; Goodyear, N.N. y Gibbons, L.W. (1984). "Physical fitness and incidence of hypertension in healthy normotensive men and women". *JAMA.* 252. pp. 487-490.
4. Kiyonaga, A.; Arawaka, K. y Tanaka, H. (1985). "Blood pressure and hormonal responses to aerobic exercise". *Hypertension.* 7. pp. 125-131.
5. Kukkonen, K.; Rourama, R.; Voutilainen, E. y Lansimies, E. (1982). "Physical training of middle aged men with borderline hypertension". *Ann Clin Res.* 34. pp. 139-145.
6. Folsom, A.R.; Caspersen, C.J. y Taylor, H.L. (1985). "Leisure time physical activity and its relationship to coronary risk factors in a population based sample: the Minnesota Heart Survey". *Am J Epidemiol.* 121. pp. 570-579.
7. Paffenbarger, R.S. Jr; Wing, A.L. y Hyde, R.T. (1978). "Physical activity as an index of heart attack risk in college alumni". *Am J Epidemiol.* 108. pp. 161.
8. Morris, J.N.; Everett, M.G. y Pollard, R. (1980). "Vigorous exercise in leisure time: protection against coronary heart disease". *Lancet.* 2. pp. 1207.
9. Salonen, J.T.; Puska, P. y Tuomilehto, J. (1982). "Physical activity and risk of myocardial infarction, cerebral stroke and death: a longitudinal study". *Am J Epidemiol.* 4. pp. 526.
10. Karvonen, M.J. (1982). "Physical activity in work and leisure time in relation to cardiovascular diseases". *Ann Clin Res.* 14. pp. 118-123.
11. Shepard, R.J. (1986). "Exercise in coronary heart disease". *Sports Medicine.* 3. pp. 24-29.
12. Haskell, W.L. (1985). "Physical activity and health: need to define the required stimulus". *Am J Cardiol.* 55. pp. 4D-9D.
13. Pons-Lladó, G.; Carreras, F.; Borrás, X.; Cladellas, M.; Ballester, M. y Serra, J.R. (1987). "Insuficiencia valvular mitral detectada por Ecocardiografía Doppler en atletas corredores de maratón". *Med. Clin. (Barc)* 89. pp. 95-98.
14. Cumming, G.R. "Valvular and congenital heart disease in adults". En Skinner, J.S. (Ed.). (1987). *Exercise testing and exercise prescription for special cases.* Filadelfia: Lea & Febiger.
15. Stamm, R.B. y Martin, R.P. (1983). "Quantification of pressure gra-

- dients across stenotic valves by Doppler ultrasound". *J. Am. Coll. Cardiol.* 2. pp. 707-718.
16. Cheitlin, M.D.; Borow, R.O.; Parmley, W.W.; Roberts, C.; Swam, H.J.C. y Williams, J.F. (1985). "Task Force II: Acquired valvular heart disease". *J Am Coll Cardiol.* 6. pp. 1209-1214.
 17. Campa, P.P.; Caselli, G. y Cherchi, A. (1988). "Protocolli cardiologici per il giudizio di idoneità allo sport agonistico". *Medicina dello sport.* 41. pp. 387-412.
 18. Krayenbuehl, H.P.; Hess, O.M.; Schneider, J. y Turina, M. (1983). "Physiologic or pathologic hypertrophy". *Eur. Heart. J.* 4 (supl. A) . pp. 29.
 19. Driscoll, D.; Allen, H.D. y Atkins, D.L. (1994). "Guidelines for evaluation and management of common congenital cardiac problems in infants, children and adolescents". *Circulation.* 90. pp. 2180-2188.
 20. Fratellone, P.M.; Steinfeld, L. y Coplan, N.L. (1994). "Exercise and congenital heart disease". *Am Heart J.* 127. pp. 1676-80.
 21. Calzolari, A; Colonna, P.L. y Dall'Olio, M. (1993). "Attività fisica nel bambino cardiopatico: criteri di valutazione clinica e certificazioni". *Int J Sports Cardiol.* 2. pp. 41-47.
 22. Serra, J.R.; Subirana, M.; Bayés de Luna, A. (1994). "Recomendaciones para la práctica deportiva en pacientes con cardiopatía". En: *Cardiología Deportiva*. Barcelona: Mosby/Doyma.
 23. Pyeritz, R.E. (2001) "Marfan Syndrome and other disorders of vascular fragility: Implications for exercise". En: Thompson (ed).: *Exercise and sports Cardiology*. Nueva York: Mc Graw-Hill pp 174-175
 24. Bisset, G.S. III; Schartz, D.C.; Meyer, R.A.; James, F.W.; Kaplan, S. (1980). "Clinical spectrum and long-term follow-up of isolated mitral valve prolapse in 119 children". *Circulation;* 62:423-9.
 25. Boudoulas, H.; Kolisbash, A.J.Jr.; Baker, P.; King, B.D.; Wooley, C.F. (1989). "Mitral valve prolapse and the mitral valve prolapse syndrome: a diagnostic classification and pathogenesis of symptoms". *Am Heart J.*; 118:796-1118
 26. Spirito, P.; Seidman, C.E.; McKenna, W.J.; Maron, B.J. (1997): "The manegement of hypertrophic cardiomyopathy". *N Engl J Med;* 336:775-85.
 27. Maron, B.J.; Roberts, W.C.; McAllister, H.A.; Rosing, D.R.; Epstein, S.E. (1980). "Sudden death in young athletes". *Circulation* 62:1489-92
 28. Mc Kenna, W.J.; Camm, A.J. (1980). "Sudden death in hypertrophic cardiomyopathy. Assessment of patients at high risk". *Circulation* 62:218-29
 29. Maron, B.J.; Epstein, S.E. Hypertrophic cardiomyopathy (1979). "A discussion of nomenclature". *Am J. Cardiol;* 43:1242-4
 - 29 a. Frenneaux, M.P.; Counihan, P.J.; Webb, D.J.; McKenna, W.J. (1990). "Abnormal vascular res-

- ponse to supine exercise in hypertrophic cardiomyopathy". *Circulation* 82:1995-2002
- 29 b. Ciampi, Q.; Betocchi, S.; Lombardi, R. et al.(2002). "Hemodynamic determinants of exercise-induced abnormal blood pressure response in hypertrophic cardiomyopathy". *J Am Coll Cardiol.* 40:278-84
29. Maron, B.J.; Isner, J.M.; McKenna, W.J. Task Force 3 (1994). "Hypertrophic cardiomyopathy, myocarditis and other myopericardial diseases and mitral valve prolapse". *J. Am. Coll. Cardiol.* vol. 24, nº 4: 845—99.
31. Boyer, J.L.; Kasch, F.U. (1970). "Exercise therapy in hypertensive men". *JAMA* 211:1668-1671.
32. Cade, R.; Mars, P.; Wagenmaker, H. et al. (1984). "Effect of aerobic exercise training in patients with systemic arterial hypertension". *Am. J. Med.* 77:785-790.
33. Hagberg, J.M. (1995). "Physical activity, physical fitness and blood pressure". En: *Physical activity and Cardiovascular health. Abstracts Consensus Development Conference.* Bethesda, December.
34. World Hypertension League (1991). "A consensus statement by the world hypertension league". *J. Hypertens.* 9:282-287.
35. Barrett-Connor, E.; Edelstein, S. (1991). "Relation between leisure-time physical activity and blood pressure in older women". *Circulation* 83:559-565.
36. Montoye, H.J.; Metzger, H.L.; Keller, J.B. (1972). "Habitual activity and blood pressure". *Med. Sci Sports* 4:175-181
37. Reaven, P.D.; Barrett-Connor, E.; Edelstein, S. (1991). "Relation between leisure-time physical activity and blood pressure in older women". *Circulation.* 83:559-565.
38. Paffenberger, R.S.; Jr (1991). "Physical activity and hypertension: An epidemiological view". *Ann. Med.* 23:319-327.
39. Martin, J.E.; Dubbert, P.M. y Cushman, W. (1990). "Controlled trial of aerobic exercise in hypertension". *Circulation* 81. pp. 1560-1567.
40. Urata, H.; Tanabe, Y. y Kiyonaga, A. (1987). "Antihypertensive and volume-depleting effects of mild exercise on essential hypertension". *Hypertension* 9. pp. 245-252.
41. Kiyonaga, A.; Arawaka, H.; Tanaka, H. y Shindo, M. (1985). "Blood pressure and hormonal response to aerobic exercise". *Hypertension* 7. pp. 125-131.
42. Daida, H.; Allison, T.G.; Squires R.W. et. al. (1996). "Peak exercise blood pressure stratified by age and gender in apparently health subjects". *Mayo Clin Proc.* 71:445-452.
43. Mancini, D.; Walter, G.; Reichek, N. y Lenkinski, R. (1992). "Contribution of skeletal muscle atrophy to exercise intolerance and altered muscle metabolism in heart failure

- re". *Circulation* 85. pp. 1364-1373.
44. Yusuf, S.; Theodoropoulos, S. y Mathias, C.S. (1987). "Increased sensitivity of the denervated transplanted human heart to isoprenaline both before and after beta-adrenergic blockage". *Circulation* 75. pp. 696.
 45. Coats, A.; Adamopoulos, S. y Radaelli. (1992). "Controlled trial of physical training in chronic heart failure". *Circulation* 85. pp. 2119-2131.
 46. Hambrecht, R.; Niebauer, J. y Fiehn, E. (1995). "Physical training in patients with stable chronic heart failure: Effects on cardiorespiratory fitness and ultrastructural abnormalities of leg muscles". *J. Am. Coll. Cardiol.* 25. pp. 1239-1249.
 - 46^a. Beniavinovitz, A.; Lang, Ch.C.; LaManca, J.; Mancini, D.M. (2002). "Selective Low-level leg muscle training alleviates dyspnea in patients with muscle training". *J. Am. Coll. Cardiol.* 40:1602-8.
 47. Serra Grima, J.R. (1998). "Riesgo cardiovascular relacionado con el ejercicio físico". En: *Cardiología en el deporte*. Serra Grima (ed). Barcelona. Springer Verlag. pp 73-78.
 48. Hanne-Paparo, N.; Drory, Y.; Schoenfeld, Y.S. et. al. (1976). "Common ECG changes in athletes". *Cardiology* 61:267-278.
 49. Chapman, J. (1982). "Profound sinus bradycardia in the athletic heart syndrome". *J. Sports. Med. Phys. Fitness* 22:45-48.
 50. Jouven, X.; Zureik, M.; Desnos, M.; Courbon, D.; Ducimetiere, P. (2000). "Long-term outcome in asymptomatic men with exercise induced premature ventricular depolarizations". *N. Eng. J. Med.* 343:826-33

Prescripción de ejercicio físico en pacientes con cardiopatía coronaria

Ricard Serra Grima
Eva Guillaumet Gasà

RESUMEN • RESUMEN • RESUMEN • RESUMEN

La actividad física constituye una medida complementaria de tratamiento que resulta tanto más eficaz cuanto mejor se cumplan las medidas de prevención y tratamiento convencionales. El ejercicio de predominio dinámico, practicado regularmente, produce cambios cardiovasculares, metabólicos y bioquímicos. Para alcanzar la mayoría de estos efectos no es necesario realizar un entrenamiento particularmente intenso. El equivalente a una hora de paseo activo al día es suficiente. Los cambios que se originan por el entrenamiento, en presencia de cardiopatía, se deben a los efectos del propio ejercicio y a las modificaciones de los factores de riesgo cardiovascular. No debe infravalorarse la repercusión del ejercicio físico regular sobre la conducta y personalidad.

Es necesario efectuar pruebas de esfuerzo cuidadosas y prescribir ejercicio individualizado para cada paciente, seguro pero eficaz, basado en su capacidad física y en el tratamiento farmacológico que recibe.

Para los pacientes que presenten riesgo de complicaciones durante la práctica de un deporte, es útil monitorizar la actividad física, al menos durante unas semanas, para establecer, con mayor seguridad, las características del entrenamiento.

Es imprescindible hacer una serie de recomendaciones al paciente sobre la práctica deportiva. Se ha demostrado que los resultados de estos programas mejoran la calidad de vida y reducen la mortalidad cardiovascular, a pesar de que no tienen influencias en la incidencia de reinfarcto.

Palabras clave: Cardiopatía isquémica. Consumo de oxígeno. Frecuencia cardíaca. Ejercicio físico. Rehabilitación cardíaca. Prevención secundaria. Factores de riesgo coronario.

INTRODUCCIÓN

La prescripción de ejercicio físico en pacientes con enfermedad arterial coronaria tiene las mismas bases fisiológicas que los programas dirigidos a la población sedentaria, físicamente activa o entrenada. Inicio suave, progresión lenta y distribución adecuada del número y la duración de las sesiones. Los efectos del entrenamiento se acumulan y a largo plazo tienen el mismo perfil que han obtenido personas no afectadas de cardiopatía. La magnitud de los cambios guarda relación con la intensidad y el volumen del entrenamiento, sin olvidar que existe una respuesta individual que justifica las diferencias observadas entre un grupo que sigue un programa de entrenamiento similar.

Estos programas de prescripción de ejercicio tienen como finalidad inmediata algo más consistente que el éxito deportivo. Su objetivo es más ambicioso y consiste en promover la salud, mejorar la capacidad física y eliminar riesgos asociados a la aplicación de un método inadecuado. Así pues, los niveles de esfuerzo deben ser en líneas generales moderados en volumen e intensidad y lentamente progresivos. Es un proceso que causa efectos sobre todo el organismo y reduce las complicaciones relacionadas con la actividad física.

Los programas de entrenamiento en pacientes con enfermedad arterial coronaria han variado sensiblemente desde su inicio alrededor de 1960. Se observaron los beneficios de la movilización precoz en pacientes que habían sufrido un infarto de miocardio cuando antes los mismos pacientes habían permanecido encamados por largos períodos de tiempo. La actividad física que se había iniciado en el Hospital proseguía en el domicilio.¹

La rehabilitación cardíaca mediante el ejercicio físico es una de las medidas de prevención secundaria establecidas para evitar la presentación de un nuevo episodio coronario. Los programas son muy variados y tienen todos en común la estricta aplicación de la metodología de entrenamiento con bases fisiológicas. Criterios economicistas, escasa disponibilidad de espacio y falta de personal especializado son algunas de las causas que han limitado la expansión de estos programas; no obstante, pueden simplificarse en sus contenidos de modo que la tarea básica se realice en el mayor número posible de pacientes.

Efectos del ejercicio físico

Los programas de ejercicio contribuyen a mejorar las funciones del sistema cardiovascular. No obstante, las acciones sobre el organismo son más amplias, bien por el efecto del propio ejercicio o bien a través de las modificaciones de los factores de riesgo cardiovascular inducidas por el entrenamiento.

En la valoración de las acciones del ejercicio físico sobre el aparato cardiovascular cabe considerar tres aspectos principales: (a) efectos propios del entrenamiento, (b) modificación de los factores de riesgo y (c) cambios en el estilo de vida del individuo.

Efectos propios del entrenamiento

La capacidad física y tolerancia al esfuerzo mejoran con el entrenamiento en cualquier situación; las diferencias derivan de las características de los programas que se aplican a pacientes en presencia de enfermedad cardíaca.

- **Consumo máximo de oxígeno:** En los pacientes con cardiopatía isquémica aumenta, pero en menor proporción que en las personas normales. Asimismo, en pacientes con insuficiencia cardíaca el entrenamiento provoca un incremento significativo del $\dot{V}O_2$ máx, en gran medida secundario a los cambios en el transporte y la utilización del oxígeno en el músculo periférico.

La FC en máximo esfuerzo es similar o ligeramente superior en los pacientes con cardiopatía que realizan ejercicio físico, en comparación con la de personas sanas entrenadas.²

El aumento del gasto cardíaco (GC) se debe al incremento de la fracción de eyección y a la FC máx. En ausencia de cardiopatía, el GC aumenta a causa de un mayor volumen de eyección e incremento de la frecuencia cardíaca en proporción al trabajo realizado. En los cardiopatas con función cardíaca deprimida, el GC durante un trabajo submáximo es inferior al de los individuos sanos, pero el consumo de oxígeno se mantiene a nivel submáximo. Este efecto se debe probablemente a una mayor eficiencia en el transporte de oxígeno a la periferia.³

- **Consumo de oxígeno miocárdico:** La FC y PA son los dos factores más directamente implicados en el aumento del consumo de oxígeno por el miocardio. El entrenamiento físico regular modifi-

ca la FC en reposo y a un esfuerzo submáximo; es decir, para un mismo nivel de esfuerzo la FC es más lenta. Asimismo, la PAS en reposo es más baja y la curva de PAS durante el ejercicio es más aplanada. Estos cambios favorecen la reducción del gasto energético del miocardio. El beneficio inmediato de este fenómeno es el aumento de la capacidad de trabajo por debajo del nivel de angina (umbral de dolor) o una alteración del ECG sugestiva de isquemia⁴ (umbral de isquemia).

- **Formación de circulación colateral:** El ejercicio aeróbico provoca un aumento del flujo sanguíneo y del intercambio capilar. Estos cambios funcionales, observados en animales de experimentación, son el resultado de dos tipos de respuestas adaptativas: (a) adaptaciones en la estructura vascular y (b) alteraciones en el control de las resistencias vasculares. Las primeras tienen lugar como respuesta al entrenamiento aeróbico, aumentando la sección de las arterias coronarias proximales y a través de la angiogénesis. Por otro lado, el entrenamiento induce cambios en el control de los vasos coronarios que incluyen alteraciones de la respuesta de la circulación coronaria a sustancias vasoactivas, cambios de la vasorregulación endotelial y alteraciones del control molecular del calcio intracelular tanto de la célula endotelial como de la célula muscular lisa.⁵ Estos efectos no se han demostrado aún en seres humanos y la mejoría de la isquemia se atribuye sobre todo a una reducción del consumo de oxígeno por el miocardio más que a un aumento del aporte sanguíneo.
- **Mejora de la función miocárdica:** También se ha demostrado en animales de experimentación que el entrenamiento produce un aumento de la contractilidad y resistencia a la hipoxia. No se dispone de datos definitivos de cambios similares en seres humanos entrenados⁶, pero estudios muy recientes sugieren un aumento de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo en pacientes con cardiopatía isquémica sometidos a un programa de ejercicio físico.⁷

Función endotelial: Uno de los efectos cardioprotectores del ejercicio físico se debe a la acción sobre la función del endotelio de las arterias coronarias. Un estudio ha demostrado que diez minutos de ejercicio físico aeróbico seis días a la semana durante cuatro semanas se asocia con una mejora de la capacidad de vasodilatación de las arterias coronarias.⁸

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

Los pacientes con cardiopatía, sometidos a un programa de ejercicio físico, presentan un aumento del consumo máximo de oxígeno y una disminución del consumo de oxígeno miocárdico. En experimentación animal se ha demostrado, además, que el ejercicio promueve la formación de circulación colateral y mejora la función del miocardio.

Modificación de los factores de riesgo coronario. Prevención secundaria de la cardiopatía isquémica

El ejercicio físico modifica los factores de riesgo coronario. En los pacientes con cardiopatía isquémica sometidos a ejercicio aeróbico de intensidad moderada-alta se han objetivado reducciones de la PA, los triglicéridos, el porcentaje de peso graso, una mejora de la tolerancia a la glucosa y un aumento del HDL-colesterol. El ejercicio físico se asocia también a una menor frecuencia de trastornos psíquicos postinfarto⁹ y a una mayor tasa de abandono del hábito de fumar. Por otro lado, la movilización precoz tras un IAM facilita el retorno a las actividades cotidianas del paciente y por tanto al trabajo. Un metaanálisis realizado entre 1970 y 1980 que incluyó a más de 4.000 pacientes demostró que la rehabilitación cardíaca se asocia a una reducción de todas las causas de mortalidad cardiovascular en un 25% a los tres años. Más del 80% de los pacientes eran varones. El mecanismo a través del cual se produce ésta reducción es posiblemente multifactorial.¹⁰⁻¹²

- **Obesidad:** Es un factor de riesgo coronario menor e independiente según el estudio de Framingham. Su corrección conlleva una normalización de la PA, la dislipemia y la hiperglucemia. El entrenamiento asociado a una dieta hipocalórica reduce el peso corporal, preferentemente el porcentaje de peso graso, al incrementar el gasto energético y los índices metabólicos en reposo. Más que conseguir el peso ideal lo que interesa es la reducción de peso suficiente para mejorar el riesgo cardiovascular relacionado con la obesidad. Una pérdida entre el 5 y el 10% de peso corporal mejora sustancialmente factores de riesgo como dislipemia y resistencia a la insulina.¹³

La combinación de ejercicio físico regular y dieta adecuada promueve una reducción de masa corporal entre un 4 y 9%. El propósito de adelgazar utilizando como única medida el ejercicio es insuficiente. Éste es un argumento más para realizar programas de prevención primaria y secundaria integrales en los que se contemplen todas las medidas que se han mostrado útiles.

■ **Lípidos plasmáticos:** El interés sobre el metabolismo de las lipoproteínas tiene tres argumentos de relieve en epidemiología cardiovascular al haberse demostrado que existe:

- Asociación entre hipercolesterolemia y arteriosclerosis.
- Relación entre niveles de lipoproteínas de baja densidad (LDL-colesterol) y depósito de colesterol en la pared arterial.
- La forma de eliminación del colesterol de las células se produce a través del colesterol de alta densidad (HDL-colesterol).

La situación más favorable desde el punto de vista de protección frente a la enfermedad cardiovascular es la que combina máximos niveles de HDL-colesterol con mínimos valores de LDL-colesterol.

Todas las formas de ejercicio físico dinámico o aeróbico promueven la pérdida de los lípidos que constituyen la cobertura de las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL). En este sentido, el ejercicio actuaría como un verdadero hipolipemiente. El resto de partículas de lipoproteínas de baja densidad (factor de riesgo más elevado) se transforma en partículas de HDL-colesterol (lipoproteínas de alta densidad o protector). Por consiguiente, a través del ejercicio, los triglicéridos se transforman en ácidos grasos que se utilizan como fuente energética, aumenta el HDL-colesterol y disminuye el LDL-colesterol, lo que tiene efecto protector frente a la enfermedad aterosclerótica.¹⁴⁻²⁴

La normalización de la dislipemia se traduce por una marcada reducción de los eventos coronarios y la mortalidad en pacientes con cardiopatía coronaria. En el Scandinavian Simvastatin Survival Study los índices de mortalidad y de eventos coronarios mayores disminuyeron entre un 30 y 40%, respectivamente, con una media de reducción sobre el valor de base del LDL-colesterol.²⁵ Los resultados del Lipid Research Clinics Program²⁶ han puesto de manifiesto la estrecha relación entre LDL-colesterol y cardiopatía isquémica. El tratamiento de estos pacientes con fármacos hipolipemiantes ha reducido un 20% el riesgo por cardiopatía isquémica y/o infarto de miocardio en un seguimiento de 7,4 años. Es probable que el ejercicio físico contribuya a la normalización o reducción significativa de los ni-

veles plasmáticos de lípidos implicados en el riesgo cardiovascular bien por el propio ejercicio o, secundariamente, por los cambios introducidos en el estilo de vida.

Estas aportaciones sobre el metabolismo de las lipoproteínas ponen de manifiesto que el ejercicio físico asociado a dieta y fármacos promueve en algunos casos cambios reversibles en la composición de las lipoproteínas y en los niveles plasmáticos.

No existe un criterio uniforme sobre el volumen y la intensidad de ejercicio físico necesarios para promover modificaciones del metabolismo lipídico. Si el ejercicio físico es insuficiente, no se alcanzan los efectos favorables. En sentido opuesto, el ejercicio físico aeróbico intenso de larga duración (carrera continua) podría resultar perjudicial. En un estudio realizado sobre corredores de larga distancia después de correr 4 horas se ha demostrado que existe un incremento de la susceptibilidad a la oxidación de las LDL, efecto que se neutraliza con la administración de antioxidantes como la vitamina C.¹⁷

Estudios previos realizados también sobre deportistas demostraron que los valores de lipoproteínas de alta densidad (HDL) eran más altos y los de lipoproteínas de baja densidad (LDL) más bajos que en individuos con estilo de vida sedentaria.^{23,24} Los cambios favorables producidos por el ejercicio se asocian más directamente al gasto energético que a la intensidad del ejercicio.^{17,18} Así se explicarían las modificaciones de los niveles plasmáticos de lipoproteínas con las diferentes modalidades de trabajo dinámico (carrera continua o jogging, andar a paso rápido, etc.). Probablemente, los programas de ejercicio en los que se pretende mantener el nivel de condición física con tres sesiones de entre 20 y 30 min a la semana de trabajo dinámico son suficientes para obtener cambios significativos en los lípidos plasmáticos. No obstante, como se ha dicho anteriormente no hay todavía un criterio firme y unánime en este sentido. A la vista de estos resultados, Wood recomienda un volumen de ejercicio equivalente a una carrera continua (jogging) de unos 20 km a la semana.²²

El incremento más importante del HDL-colesterol se produce en los individuos que en condiciones basales tienen valores más elevados. Este hecho sugiere la existencia de un efecto relacionado con diferencias metabólicas individuales.²⁷

Hambrecht y col.²⁷ estudiaron a un grupo de pacientes con cardiopatía coronaria sometidos a un programa de rehabilitación cardíaca. Observaron que se producía una reducción significativa de la

estenosis coronaria en los pacientes que realizaban ejercicio físico por encima de 1.900 kcal/semana, que equivale a un nivel de actividad física medio-alto.

Este efecto del entrenamiento sobre las arterias coronarias se complementa con estudios previos en los que se ha demostrado un incremento de la capacidad de vasodilatación y del flujo coronario.⁸

El estudio más reciente efectuado para valorar los efectos del ejercicio físico sobre las lipoproteínas plasmáticas ha demostrado que las modificaciones favorables se relacionan más directamente con la cantidad de ejercicio (volumen de trabajo) que con su intensidad, con mínimos cambios del peso corporal. El volumen de ejercicio físico suficiente para generar cambios equivale a unos 30 km de carrera continua ("jogging") a la semana a un ritmo cómodo (180 minutos/semana distribuidos en tres sesiones).^{27a}

La prescripción de ejercicio físico en el grupo de personas que ha participado en el estudio está en consonancia con las normas del American College of Sports Medicine.^{27b} Por consiguiente, existe amplia documentación que apoya el recomendar ejercicio físico en volumen e intensidad adecuados a pacientes con factores de riesgo cardiovascular y que han presentado un accidente coronario.

Hipertensión: La PA sistémica es un factor de riesgo cardiovascular estrechamente asociado a la presentación de cardiopatía coronaria y enfermedad cardiovascular. La obesidad y el estilo de vida sedentario son, a la vez, factores de riesgo para desarrollar HTA a largo plazo; sin embargo, su grado de implicación no está suficientemente probado.

Algunas de las medidas recomendadas en el tratamiento no farmacológico de la HTA son la modificación de la dieta (hipocalórica y de bajo contenido en sal) y la actividad física, la cual interviene en la pérdida de peso e indirectamente en la normalización de la PA. Existe, pues, una relación evidente entre actividad física, obesidad y HTA.

Los programas de ejercicio no se recomendaban especialmente hasta hace pocos años a pacientes con HTA. La actividad física se reducía a caminar y a la derivada de la propia actividad laboral. Esta actitud parecía justificada hasta 1970, en que Boyer²⁸ demostró que un programa de ejercicio durante seis meses producía reducción de la PAS tanto en normotensos como en pacientes con HTA de grado ligero.

Diversos estudios realizados a partir de 1984 ponen de manifiesto la relación inversa entre actividad física y HTA. Martin²⁹ valora el efecto del trabajo dinámico durante diez semanas en individuos sedentarios de 16 a 60 años y comprueba que se produce una reducción significativa de la PA en pacientes con HTA. Esta modificación no está asociada a la pérdida de peso, por lo que posiblemente el ejercicio físico actúa como factor independiente. Blair³⁰ relaciona la deficiente capacidad física con el desarrollo de la HTA; la probable relación entre capacidad física y HTA en el futuro se debe probablemente al consumo de cafeína, alcohol o sal. El efecto antihipertensivo de los programas de ejercicio de intensidad moderada se debe a la reducción del volumen plasmático y concentración de norepinefrina en plasma.³¹ En pacientes hipertensos, especialmente con bajos niveles de renina, el ejercicio constituye un potente agente no farmacológico en el tratamiento de la HTA al disminuir la actividad simpaticoadrenérgica y aumentar los niveles de prostaglandinas.³² Palatini ha demostrado que la participación de pacientes jóvenes, con hipertensión leve o *borderline*, en un programa de ejercicio aeróbico puede disminuir el riesgo de desarrollar HTA.³³

El control de la HTA mediante programas de ejercicio en población de mediana edad es importante en la prevención primaria; no obstante, los programas de ejercicio en niños y adolescentes tienen a largo plazo mayor eficacia entre otras razones porque es la edad más adecuada para la actividad física y los deportes, y por no existir, todavía, algunos signos objetivos de repercusión sobre el sistema cardiovascular. Strazullo³⁴ ha estudiado el efecto del ejercicio sobre la PA y ha comprobado que los niños más entrenados tienen cifras de PA más bajas. El ejercicio físico es, a la vez, factor independiente de la edad y de la obesidad. Guillum³⁵ ha observado que los adolescentes que realizan trabajo dinámico mejoran su HTA al disminuir de peso y mejorar la función cardiopulmonar. Los adolescentes obesos presentan cambios estructurales que afectan a las resistencias vasculares. Esta alteración se modifica significativamente al perder peso y, en mayor grado, si se asocia al ejercicio físico de tipo dinámico.³⁶ Así pues, existe clara evidencia del efecto del ejercicio físico sobre la PA en adultos y niños con una HTA moderada. Lo importante de los programas de ejercicio es la regularidad y el tipo de trabajo realizado en actividades en las que predomina el componente dinámico.

Cambios en el estilo de vida

El ejercicio físico contribuye al abandono de los hábitos tóxicos, especialmente el tabaco, al seguimiento de dietas equilibradas y al menor consumo de alcohol. Resulta poco compatible llevar a cabo un programa de ejercicio físico de cierta intensidad si paralelamente no se introducen cambios en el estilo de vida.³⁷ En un estudio efectuado por Hartley³⁸ en Inglaterra sobre individuos aparentemente sanos se observó que muy pocos participantes con un nivel de actividad física alto eran fumadores y tenían sobrepeso. En la misma línea, en otro estudio se comprobó que los hombres físicamente activos en el tiempo de ocio eran menos fumadores y presentaban menores índices de obesidad.³⁹ Así pues, la actividad física regular promueve cambios generalmente muy importantes en el estilo de vida, caracterizados por la mejora de los hábitos higiénico-dietéticos de forma espontánea. El efecto inmediato es la sensación subjetiva de bienestar y, a largo plazo, se traduce por un estado de salud y capacidad física superiores.

La mayoría de los programas de rehabilitación cardíaca incluyen las intervenciones psicológicas, el control del estrés y medidas contra la depresión. El objetivo es eliminar la ansiedad y normalizar el estado anímico, problemas muy comunes en este grupo de pacientes. En los casos en que los programas no dispongan de apoyo por parte de un psicólogo, no debe olvidarse que el ejercicio supervisado es una ayuda que puede ser suficiente para pacientes con problemas psicológicos poco acusados.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

El ejercicio físico interviene en la modificación de los factores de riesgo coronario más importantes.

PRESCRIPCIÓN DE EJERCICIO FÍSICO

Las ventajas de la prescripción de ejercicio son numerosas; no obstante, entre las más relevantes hay que señalar la posibilidad de adaptar el programa a las condiciones de cada paciente, favorecer la adhesión al programa y reducir al mínimo el riesgo de complicaciones. El ejercicio físico ha demostrado ser eficaz como medida

complementaria en el tratamiento de la enfermedad coronaria. Uno de los efectos más comunes es la reducción de la FC en reposo y a esfuerzo submáximo. Este efecto, junto a la reducción de la PA, contribuye a la disminución del gasto energético del miocardio. Los fármacos betabloqueantes, tratamiento básico para pacientes con cardiopatía coronaria, tienen los mismos efectos pero más acusados. Los pacientes que hacen ejercicio físico regularmente acumulan la acción del fármaco y del ejercicio físico y por este motivo en algunos casos hay que modificar a la baja la dosis del betabloqueante. En la tabla 7.1 se relacionan las diversas situaciones de la cardiopatía isquémica en las que se recomienda ejercicio físico.

TABLA 7.1

CARDIOPATÍA ISQUÉMICA

- | | |
|---|---|
| • Angina estable | • By-pass aortocoronario |
| • Infarto de miocardio | • Angioplastia coronaria |
| • Angina en pacientes no candidatos a revascularización | • Cardiopatía isquémica en fase de miocardiopatía |

En los pacientes en fase de miocardiopatía sin signos de descompensación, el ejercicio físico promueve cambios que afectan principalmente al sistema musculoesquelético. Aumenta la utilización de oxígeno en la periferia y disminuye la producción de ácido láctico sin que, por el momento, se haya demostrado que empeore la función cardiorrespiratoria⁴⁰ (ver capítulo 6). Una de las críticas que se había hecho a los programas de ejercicio físico en el postinfarto es la ausencia de efectos sobre el propio corazón. Las investigaciones más recientes sobre los efectos del ejercicio físico sobre el corazón a los que se ha hecho referencia anteriormente demuestran que la prescripción de ejercicio en prevención secundaria promueve cambios en el músculo esquelético y sobre el corazón, por los propios efectos del ejercicio o a través de la modificación de los factores de riesgo cardiovascular. Pues bien, la evidencia de estos cambios y su implicación sobre la mejora de la capacidad física son unos de los pilares del éxito de la rehabilitación cardíaca y, además, por sus efectos psicológicos y sobre la calidad de vida.

La prescripción de ejercicio en pacientes que han sufrido infarto de miocardio se ha modificado sensiblemente en los últimos años debido a los cambios que ha experimentado el tratamiento de estos pacientes. El período de hospitalización es corto, generalmente de menos de diez días, y hay tiempo para realizar la educación sanitaria sobre la enfermedad coronaria y pocas acciones más. Esta medida condiciona algunos aspectos como la prueba de esfuerzo y las pautas de ejercicio físico en la prevención secundaria.

Las fases de un programa de rehabilitación cardíaca clásica se han simplificado en parte por la hospitalización, que se ha reducido sensiblemente, y el elevado coste que representa un programa integral de rehabilitación cardíaca. Desde un punto de vista práctico y funcional el programa consta de dos fases, la de posthospitalización inmediata, que puede prolongarse hasta dos meses, y la fase de entrenamiento prolongado e indefinido. De haberse simplificado, en su momento, la estructura de la rehabilitación cardíaca, que precisaba recursos económicos y personales nada despreciables, es probable que su expansión hubiera sido más amplia. Es la única explicación coherente para justificar el desconocimiento que existe todavía entre los cardiólogos sobre prevención secundaria mediante el ejercicio físico.

Fase de hospitalización

Efectos de la inmovilización prolongada. El decúbito prolongado produce hipotensión ortostática y taquicardia. Estos signos tan comunes se deben a la reducción del volumen circulante, que puede llegar hasta los 700 o 800 ml después de 7 a 10 días de reposo absoluto en cama. La hipovolemia resultante aumenta la viscosidad de la sangre y con estasis de la circulación venosa hay más probabilidades de que se presenten fenómenos de tromboembolia.

La fuerza de contracción muscular disminuye sensiblemente y los índices de potencia reflejan descensos del 10 al 15%. La ventilación pulmonar experimenta una ligera disminución a consecuencia de la reducción de la capacidad vital en reposo. Este fenómeno tiene poco interés en un individuo sin patología significativa del aparato respiratorio; sin embargo, su repercusión es más acusada cuando se asocia a enfermedad pulmonar crónica. El rendimiento físico valorado a través de la capacidad aeróbica (consumo máximo de oxígeno) se reduce en un 20 a 25% en individuos jóvenes después de estar so-

TABLA 7.2

FASE HOSPITALARIA. PROGRAMA DE ACONDICIONAMIENTO

Movilización precoz del enfermo:	Enfermería
Prueba de esfuerzo: (5º-7º días):	Isquemia residual Eficacia del tratamiento Arritmias de esfuerzo Capacidad física
Fisioterapia:	Ejercicios respiratorios Tonificación muscular Medidas generales
Control de factores de riesgo:	Enfermería

metidos a tres semanas de reposo absoluto. Este fenómeno explica la sensible mejoría que se consigue en el rendimiento cardiocirculatorio en la fase precoz de la convalecencia con la movilización y fisioterapia.

Existen, pues, signos y síntomas que afectan a diversos órganos y sistemas que no guardan relación aparente con la enfermedad de base del paciente. En un individuo convaleciente de un infarto de miocardio, algunos síntomas como la debilidad o fatiga pueden confundir y atribuirse a la propia enfermedad, cuando en realidad no reflejan otra cosa que los efectos desfavorables del reposo prolongado.

La prolongación innecesaria del período de reposo y la restricción de actividad física contribuyen a la aparición de problemas psicológicos como depresión y ansiedad, bastante frecuentes en personas que se encuentran todavía en edad laboral. El progresivo incremento de las actividades y ejercicio físico es una medida eficaz para evitar estos problemas que, con relativa frecuencia, se presentan durante los primeros días de hospitalización.

Movilización precoz. La prescripción de ejercicio físico comienza durante el ingreso del paciente en la sala. La anteriormente

denominada fase I del programa de rehabilitación la lleva a cabo habitualmente el equipo de enfermería de hospitalización. En la actualidad las pautas se han modificado y, si el paciente no presenta complicaciones, a las 48 h del ingreso tras un IAM comienza a incorporarse, a permanecer sentado y deambular por la habitación. Se puede comenzar caminando de 5 a 10 min, según la adaptación del paciente, el estilo de vida activo o sedentario, o limitaciones de otra índole.

La movilización activa de las extremidades superiores se tolera bien, excepto en el caso del by-pass, en el que la herida quirúrgica es el factor limitante más importante. A pesar de la aparente buena adaptación del enfermo al ejercicio, es importante que el personal sanitario tome las precauciones debidas ante unos pacientes que han sufrido una enfermedad grave y no están todavía estabilizados. Se debe interrogar al paciente antes, durante y después del ejercicio acerca de la aparición de dolor torácico, disnea y mareo, tomar la presión antes y después del esfuerzo, e intentar cuantificar la percepción de la fatiga al terminar el trabajo. En el caso de la cirugía, el inicio de la movilización y su progresión vendrán condicionados por el curso del período postoperatorio.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

La movilización precoz marca el comienzo del programa de prescripción de ejercicio físico.

Período de acondicionamiento

Entre el séptimo y décimo días del ingreso del paciente que ha sufrido un IAM se realiza por lo general una prueba de esfuerzo. Ésta es la exploración básica antes de iniciar el programa de ejercicio. Se ha demostrado que la prueba de esfuerzo limitada por síntomas en la fase precoz postinfarto no se asocia con mayor riesgo de complicaciones; no obstante, por prudencia se aconseja realizar una prueba submáxima, que es suficiente para detectar signos de isquemia residual importantes y retrasar la incorporación al programa. Como referencia cabe decir que si se utiliza el protocolo de Bruce lo más prudente es no pasar de los nueve minutos de ejer-

cicio, admitiendo que el paciente se sujeta a la barra de equilibrio y, por consiguiente, el trabajo realizado es a lo sumo 7 MET. A los dos meses se realiza una prueba de esfuerzo limitada por síntomas que permite diseñar el programa de ejercicio físico con criterios más objetivos.

La prueba de esfuerzo convencional proporciona información sobre capacidad física, motivo para finalizar, comportamiento de la PA y alteraciones del ECG. Si se dispone del consumo de oxígeno por método indirecto y FC alcanzada, ello es suficiente para programar el ejercicio físico que se debe seguir en un centro deportivo una vez haya finalizado la primera fase. Se recomienda realizar un estudio de la función cardiopulmonar con determinación del consumo de oxígeno y otros parámetros por método directo siempre que sea posible. Proporciona una información sobre la capacidad de trabajo inicial del enfermo más objetiva y permite, además, establecer la intensidad del esfuerzo mediante la determinación del umbral anaeróbico. La presencia de arritmias potencialmente malignas, signos de isquemia inducidos por el esfuerzo y comportamiento de la PAS permiten clasificar al paciente según un perfil de riesgo de desarrollar complicaciones durante el ejercicio físico.

Clasificación del riesgo

La clasificación del riesgo (tabla 7.3) se utiliza para conocer la probabilidad de sufrir complicaciones durante el ejercicio físico. Se establece mediante la historia clínica, la exploración física y el resultado de la prueba de esfuerzo. La presencia de otras patologías asociadas como diabetes, insuficiencia respiratoria y alteraciones neurológicas o del aparato locomotor requiere una prescripción y una vigilancia más rigurosas.⁴¹ A medida que se observen cambios en la capacidad física sin aparición de complicaciones se puede modificar el volumen e intensidad del trabajo que se ha de realizar en cada una de las sesiones.

- **Pacientes de bajo riesgo:** Estos pacientes pueden realizar ejercicio físico sin necesidad de monitorización cardíaca. Se aconseja supervisión médica periódica con prueba de esfuerzo.
- **Pacientes de riesgo moderado:** Son los enfermos que pueden desarrollar complicaciones durante el esfuerzo o tienen dificultades para cuantificar y autorregular su nivel de actividad física. Estos pacientes pueden realizar actividad física bajo monitoriza-

TABLA 7.3
Clasificación de riesgo

BAJO RIESGO

- Cardiopatía isquémica estabilizada
- Clase funcional NYHA 1 o 2
- Capacidad de esfuerzo > 6 MET
- Ausencia de isquemia o angina en la prueba de esfuerzo
- Respuesta tensional al esfuerzo normal
- Ausencia de arritmias graves durante el ejercicio

RIESGO MODERADO

- Pacientes que han sufrido más de dos infartos
- Clase funcional NYHA ≥ 3
- Capacidad de esfuerzo < 6 MET
- Prueba de esfuerzo eléctrica o clínica positiva
- Descenso de la PA durante el ejercicio
- Patología asociada que pueda empeorar la cardiopatía

RIESGO ELEVADO

- Angina estable a bajo nivel de esfuerzo
- Enfermedad multivaso con lesiones graves
- Arritmias graves durante el ejercicio

ción electrocardiográfica y de la PA, durante un período de seis a doce sesiones, hasta que se establezca una intensidad de ejercicio idónea para su cardiopatía.

- **Pacientes de riesgo elevado:** Son los enfermos con cardiopatía coronaria clínicamente estable pero con tolerancia al ejercicio físico limitada. El umbral de isquemia es bajo, con inestabilidad eléctrica que puede provocar la aparición de arritmias. Los pacientes con enfermedad multivaso que no son candidatos a la revascularización están incluidos en este grupo.

Ejercicio físico para pacientes con prueba de esfuerzo previa al alta normal

En este grupo se incluye a los pacientes que no han presentado angina, alteraciones de la repolarización de tipo isquémico o arritmias potencialmente peligrosas durante la prueba de esfuerzo. La capacidad funcional está poco disminuida y, en general, son enfermos con poco riesgo de desarrollar complicaciones durante el ejercicio físico (tabla 7.3).

En el momento de recibir el alta hospitalaria se les recomienda andar a un paso cómodo, empezando por períodos de 20 min hasta llegar a una hora o más al día (tabla 7.4). El programa de ejercicio físico se complementa con sesiones de tonificación muscular y movilización de las articulaciones que pueden realizar en el propio domicilio y que por su sencillez no precisan supervisión.

Durante la fase de acondicionamiento físico el ejercicio recomendado es de predominio aeróbico, implicando grandes grupos musculares durante al menos 20 min (ver capítulo 5) y precedido siempre por un período de calentamiento y seguido de un enfriamiento. Se aconseja realizar un mínimo de tres sesiones por semana, aunque se debería conseguir que el número de sesiones a la semana fuera cinco. La intensidad del ejercicio depende del resultado de la prueba de esfuerzo.

El nivel de ejercicio físico que se recomienda en esta fase es muy poco probable que origine complicaciones, en especial si los pacientes han aprendido a valorar los síntomas de alarma (angina, mareo,

TABLA 7.4

ACONDICIONAMIENTO CARDIOVASCULAR

- | | |
|--|--|
| • Sesiones | 20 min, 3-5 días/semana |
| • Progresión | 10 min por sesión cada semana |
| • Mantener | 60 min/día durante un mes |
| • Intensidad | MET alcanzados durante la prueba de esfuerzo
70-75 % FC _{máx} de la prueba de esfuerzo |
| • Diario de cuantificación kcal/semna del esfuerzo | |

palpitaciones) y se ajustan al programa establecido según el resultado de la prueba de esfuerzo.

La mayoría de los pacientes reciben tratamiento con betabloqueantes debido a que se ha demostrado una reducción de la mortalidad en los pacientes que han sufrido un infarto de miocardio y han sido tratados con estos fármacos. La causa de este fenómeno se debe a la reducción de la actividad simpática en las primeras horas de la mañana, en las que se produce la transición del período de sueño a la vigilia.

La acción cardiofrenadora no permite valorar el comportamiento de la FC, por lo que a los pacientes se les enseña a reconocer las sensaciones durante el ejercicio físico. Han de experimentar una sensación de cansancio agradable y de comodidad. Todos los consejos han de orientarse a lograr la adhesión al programa de ejercicio físico diseñado para llevarlo a cabo durante dos meses, al final de cuyo período se repetirá la prueba de esfuerzo.

Los pacientes deben estar informados sobre las ventajas que supone integrarse en el programa de prevención secundaria mediante ejercicio físico. Este es uno de los factores que favorece el cambio de estilo de vida, que además incluye modificaciones de los factores de riesgo cardiovascular si los hubiera.

En esta fase de acondicionamiento físico, que se realiza de forma extrahospitalaria, interesa conocer el tiempo invertido en la actividad física. Las anotaciones en un diario del trabajo realizado y la sensación y los síntomas que han experimentado son útiles para cuantificar de forma más objetiva el ejercicio físico (ver capítulo 3).

Ejercicio físico en pacientes con prueba de esfuerzo previa al alta anormal

Si el paciente presenta alteraciones de tipo isquémico con o sin angina, puede requerir otras exploraciones como la coronariografía o bien simplemente reajustar el tratamiento médico si se considera que esta medida es suficiente y no hay criterios objetivos para realizar la exploración invasiva.

Al paciente que se le da alta con tratamiento médico, lo ideal sería realizarle otra prueba y confirmar que en estas condiciones es normal.

Las recomendaciones para estos pacientes son las mismas que para los que han realizado una prueba sin presentar alteraciones.

A los pacientes que tienen una prueba anormal pese al tratamiento médico y son excluidos para cirugía, se les debe realizar un control del ejercicio físico con monitorización electrocardiográfica. El número de sesiones varía en función de la tolerancia y la adaptación al ejercicio. El nivel de esfuerzo debe estar por debajo del umbral de isquemia clínica (angina) y eléctrica (ECG). Estas sesiones de ejercicio supervisadas con monitorización sirven para establecer con más garantías el nivel de esfuerzo óptimo. Asimismo, permiten realizar todo el programa de ejercicio con un aprendizaje más completo. Los pacientes se sienten más seguros de sí mismos y están más animados, lo que constituye un refuerzo positivo para continuar el programa.

En este grupo se incluye a los pacientes que presentan las siguientes alteraciones durante la prueba de esfuerzo:

- Extrasístoles ventriculares aisladas, parejas o tripletas muy frecuentes.
- Arritmia supraventricular rápida que provoca alteraciones hemodinámicas.
- Dolor torácico sospechoso de angina.
- Depresión del segmento ST ≥ 2 mm.
- Descenso de la PA ≥ 20 mmHg.
- Cardiopatías consideradas de riesgo moderado para hacer ejercicio.

En estos casos, la intensidad del ejercicio, en el período de acondicionamiento, depende de la FC a la que aparecen los trastornos. En general, se recomienda realizar el ejercicio a una FC 10 latidos por debajo de la cual se han registrado las alteraciones.

La actividad física se registra mediante monitor electrocardiográfico, durante un período de tiempo determinado, para asegurar una intensidad de esfuerzo adecuada. También deben ser monitorizados los pacientes que aumenten el nivel de actividad física o modifiquen el tratamiento farmacológico, para garantizar una buena tolerancia al nuevo nivel de ejercicio. El número de sesiones de monitorización necesarias depende de cada circunstancia. En algunos casos sólo son necesarias una o dos sesiones, otras veces el paciente debe acudir al hospital tres veces por semana durante varios meses. Algunos programas monitorizan a los pacientes durante sólo seis sesiones. El número de sesiones debe ser el mínimo posible y se recomienda monitorizar sólo a los pacientes con un riesgo de moderado a alto de desarrollar complicaciones cardíacas durante el ejercicio o que no

sean capaces de regular por sí mismos la intensidad de la actividad. Por lo general bastan de 6 a 12 sesiones. Realizar ejercicio físico supervisado es importante, pero más aún lo es no complicar el estilo de vida de los pacientes con exigencias que por la distancia, los horarios o compromisos familiares no puedan cumplirse con comodidad.

Es recomendable anotar en cada sesión la intensidad de trabajo realizado, la duración de éste, los síntomas y la percepción de fatiga del paciente. A la vez, se mide la PA y se registra el ECG para valorar alteraciones de la activación cardíaca, especialmente arritmias.

Durante la sesión de ejercicio físico, que dura unos 30 minutos y se realiza en cicloergómetro o cinta ergométrica, se valora:

- a) Los síntomas del paciente, controlando la aparición de dolor torácico y disnea desproporcionada para el esfuerzo realizado. El mareo, que es frecuente tras un período de inactividad y no necesariamente debe estar ligado a patología, suele ser consecuencia de una pérdida transitoria de los reflejos posturales debido a la inmovilización.
- b) Frecuencia cardíaca: En función del resultado de la prueba se establece una frecuencia cardíaca de entrenamiento (FCE) inferior a la del umbral de isquemia. Si no hay efecto de fármacos betabloqueantes, oscila entre el 70 y el 85% de la FC máxima alcanzada en la prueba de esfuerzo.
- c) Presión arterial: Durante el ejercicio, la PA aumenta proporcionalmente a la intensidad del trabajo realizado (de 7 a 10 mmHg por cada MET). Debe interrumpirse el ejercicio si se observa una caída tensional o bien si la PAS sobrepasa los 250 mmHg.

Fase de entrenamiento

A los dos meses del alta hospitalaria se realiza una nueva prueba de esfuerzo, con análisis de la función cardiorrespiratoria. En esta nueva fase se prescribe el tipo de ejercicio físico con una intensidad que viene dada por el resultado de la prueba de esfuerzo. Puede calcularse de varias formas:

- La FCE en esta fase se calcula como el 60-70% de la alcanzada durante la prueba de esfuerzo.
- La actividad puede prescribirse también como la intensidad de trabajo que provoca la frecuencia cardíaca calculada en el apar-

TABLA 7.5

FASE DE ENTRENAMIENTO

- Prueba de esfuerzo con análisis de gases: 2 meses
- Volumen: 60 min/día
- Intensidad: según el resultado de la prueba de esfuerzo
- Revisión de la tonificación muscular
- Control evolutivo del entrenamiento

tado anterior. Puede expresarse en vatios/seg en cicloergómetro o en velocidad en la cinta ergométrica.

- Los pacientes pueden conocer la intensidad del ejercicio en función de la percepción de fatiga, que es posible determinar durante la prueba de esfuerzo.

Se aprovecha este momento para incidir sobre diferentes aspectos de la educación sanitaria que son un recordatorio de las clases que han recibido durante la hospitalización. Es útil revisar el programa a los seis meses del alta hospitalaria y, posteriormente, de forma anual.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

La prueba de esfuerzo previa al alta hospitalaria es útil para conocer la capacidad física del enfermo y el riesgo potencial para realizar ejercicio físico. Sólo los pacientes con riesgo elevado deben ser monitorizados. Los pacientes con riesgo bajo a moderado pueden realizar actividad física en su casa. El seguimiento de la actividad física debe ser periódico.

Situaciones especiales

Antes de comenzar el programa de prescripción de ejercicio físico, es preciso disponer de la historia clínica del paciente, realizar una exploración física y una prueba de esfuerzo. En algunas ocasiones (tras cirugía) es preciso disponer de una radiografía de tórax reciente y una analítica sanguínea.

El ejercicio puede empeorar el curso de algunas enfermedades. En presencia de las que se citan a continuación se recomienda interrumpir la actividad física hasta su resolución:

- Infecciones sistémicas, agudas y crónicas, pueden agravarse con el ejercicio. Una vez la infección responde al tratamiento y hay curación clínica y sintomática, el ejercicio puede continuarse. Las infecciones locales no se ven afectadas, generalmente, por el ejercicio a menos que la propia actividad incida directamente sobre la lesión.
- Enfermedad tromboembólica: Tromboflebitis, embolia arterial pulmonar, precisan reposo absoluto. Una vez el tratamiento esté establecido y no exista recurrencia de la sintomatología, puede reiniciarse el entrenamiento.
- Enfermedades neuromusculares: Deben ser evaluadas por el especialista para determinar en cada caso el tipo de actividad más recomendable.
- Enfermedades cardiovasculares:
 - Insuficiencia cardíaca: Se recomienda actividad física de baja-moderada intensidad si la enfermedad es estable en pacientes con clase funcional I-II de la NYHA. Las complicaciones pulmonares son frecuentes en presencia de insuficiencia cardíaca descompensada (ver capítulo 6).
 - Endocarditis: La presencia de esta patología obliga a la detención del ejercicio físico para evitar accidentes embólicos. Una vez comenzado el tratamiento, pueden establecerse niveles moderados-bajos de ejercicio hasta completar la pauta de tratamiento establecida en el protocolo.
 - Miocarditis: Una vez establecido el diagnóstico, se procede como en casos de infecciones de otra etiología y localización.
 - Isquemia aguda: No debe hacerse actividad física en los casos en que la clínica sea típica y existan signos de isquemia en el ECG.

- Arritmias: Se evitará el ejercicio intenso si se ha demostrado que éste desencadena arritmias ventriculares potencialmente malignas. En general se prescribe actividad física a una FC inferior a la asociada con la arritmia. Los pacientes con arritmias, asintomáticos y hemodinámicamente estables pueden normalmente hacer ejercicio. En estos casos es muy útil la monitorización de la actividad física al comienzo del programa para ajustar el tratamiento antiarrítmico y la intensidad del esfuerzo.
- Marcapasos: Si la prueba de esfuerzo es satisfactoria, los pacientes portadores de marcapasos pueden hacer ejercicio, excepto actividades con riesgo de colisión. Los modelos de marcapasos bicamerales permiten incrementar la FC y el GC, lo que se traduce en una mejora de la capacidad de ejercicio.
- Incisión quirúrgica tras by-pass: El dolor de la herida quirúrgica y las medidas de protección para que consolide son las causas que limitan la prescripción de ejercicio durante los dos meses que siguen al período postoperatorio. Los ejercicios con trabajo de tipo isométrico de las extremidades superiores deben evitarse hasta la consolidación de la esternotomía. No está indicado realizar, la prueba de esfuerzo antes de los dos meses. El ejercicio físico más adecuado mientras no se dispone de la información de la prueba de esfuerzo es ejercicio de baja intensidad evitando movilizar con actitudes forzadas el tronco superior. Por lo demás, en la prescripción de ejercicio físico tras la cirugía de by-pass deben seguirse los mismos principios que tras un infarto de miocardio.
- ACTP: Pacientes sometidos a angioplastia coronaria o colocación de sonda intracavitaria (*stent*) pueden comenzar el ejercicio a los cuatro días de la intervención. Los pacientes postangioplastia presentan ocasionalmente signos de isquemia en la prueba de esfuerzo en los dos primeros meses de realizado el procedimiento. Los cambios en el ECG muestran depresión del segmento ST de ascenso rápido y normalización inmediata en el postesfuerzo. Este signo, salvo que realmente se haya producido reestenosis, es secundario a modificaciones del tono arteriolar. Cuando los cambios del ECG de estas características se acompañen de angina típica, hay que sospechar reestenosis y evaluar el caso de nuevo antes de incluir al paciente en el programa de ejercicio.

Fármacos que pueden afectar al entrenamiento

Es imprescindible que el médico conozca la medicación prescrita al paciente que realiza ejercicio físico, así como cualquier variación tanto de la dosis como del tipo de fármaco. La prueba de esfuerzo debe practicarse bajo efectos de la medicación y cualquier variación en la misma requiere una reevaluación del entrenamiento a través de una nueva prueba o bien bajo monitorización cardíaca. Betabloqueantes y calcioantagonistas son los más comunes y de mayor efecto cardiofrenador. Otro tipo de fármacos como nitratos o amiodarona modifican la FC y el umbral de isquemia. La digital y otros antiarrítmicos tienen pocos efectos sobre el ejercicio.

Recomendaciones generales en la prescripción de ejercicio físico

El paciente debe estar informado sobre educación sanitaria, que incluye conocimientos sobre dieta, estilo de vida, dejar de fumar y ejercicio. Debe aprender nociones básicas sobre entrenamiento como son intensidad, duración, frecuencia y progresión del entrenamiento. El paciente debe conocer una serie de normas generales para hacer ejercicio físico con mayor seguridad.

1. Interrumpir el programa en presencia de cualquier proceso vírico aunque cumpla todos los criterios de benignidad. La actividad puede reanudarse después de dos o tres días de normalización del cuadro clínico.
2. Se recomienda no hacer ejercicio antes de transcurridas dos horas de la última comida, en especial si es intenso. El volumen sanguíneo acumulado en el área esplácnica durante el proceso de digestión afecta al rendimiento y puede ocasionar incomodidad e incluso suponer un riesgo.
3. Adaptar el ejercicio a la temperatura ambiental. Debe tenerse especial precaución en climas calurosos y húmedos. En estos casos, se recomienda disminuir la intensidad del esfuerzo. Beber líquidos para mantener la hidratación y prevenir la sensación de fatiga provocada por el ejercicio en estas condiciones atmosféricas. Debe detenerse el ejercicio si se presenta cefalea, náuseas, mareos, calambres musculares y palpitaciones. Durante la época más calurosa del año, se aconseja practicar el ejercicio por la mañana temprano o bien al anochecer, cuando la temperatura ambiental es menor.

4. La referencia en tipo e intensidad del ejercicio físico es uno mismo; hay que olvidarse de observar lo que hacen los otros miembros del grupo.
5. Ropa y calzado adecuados: Han de ser cómodos y transpirables. No debe utilizarse materiales plastificados puesto que impiden la aireación. El color de los tejidos debe ser claro y hay que usar una gorra si el ambiente es soleado. El calzado será de tipo deportivo.
6. El paciente ha de conocer sus propias limitaciones y no intentar ejercicios y sobreesfuerzo no habitual que puedan ocasionar efectos secundarios.
7. Se aconseja elegir un deporte con predominio del trabajo aeróbico, sin olvidar el cuidado de otras cualidades físicas, la flexibilidad, tonificación muscular y la resistencia, como complemento del programa. La idea de que los ejercicios de resistencia con pesos superiores a 5 kg son perjudiciales en la cardiopatía isquémica tiene poco apoyo científico. Es cierto que este tipo de actividad es menos favorable debido al incremento brusco de las resistencias periféricas que se produce durante este tipo de trabajo, particularmente si éste se realiza con las extremidades superiores. Pero si la persona está habituada o la progresión ha sido suave, no hay inconveniente en permitir sesiones de trabajo de estas características intercaladas con el ejercicio dinámico.
8. Si aparece alguno de los siguientes síntomas, hay que interrumpir el ejercicio y contactar con el médico antes de continuar de nuevo con el programa:
 - Dolor precordial irradiado o no a brazos o mandíbulas.
 - Mareo o sensación de inestabilidad durante el ejercicio.
 - Disnea desproporcionada al esfuerzo realizado. La frecuencia respiratoria aumenta durante el ejercicio, pero no debe impedir mantener una conversación.
 - Imposibilidad de terminar las sesiones de ejercicio.
 - Mareo o náuseas tras el esfuerzo, que pueden indicar que el ejercicio ha sido interrumpido bruscamente. En este caso es mejor prolongar el período de recuperación postesfuerzo.
 - Fatiga excesiva, dificultad para conciliar el sueño. Durante el resto del día el paciente debe sentirse bien, no excesivamente fatigado y poder descansar con normalidad durante la noche. Si persiste el cansancio a lo largo del día, la duración y la intensidad del ejercicio deben revisarse.

- Dolor musculoesquelético intenso: Si es excesivamente intenso, revisar el programa de estiramientos y calentamiento para comprobar que se realiza de forma correcta.
9. Hay que iniciar el entrenamiento con trabajo ligero e incrementar gradualmente la intensidad del ejercicio físico.
 10. Conviene anotar en un diario las características de cada sesión de ejercicio: fecha, actividad realizada, intensidad, duración de la sesión, FC alcanzada e incidencias a destacar si las hubiera. Este diario nos permite cuantificar la actividad física semanal de cada paciente. Además es una medida útil para lograr la continuidad en el programa (ver capítulo 5).

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

En raras ocasiones, el ejercicio ha de ser interrumpido debido a la aparición de ciertas enfermedades. Es imprescindible realizar recomendaciones de tipo práctico a los pacientes antes de comenzar un programa de ejercicio.

AUTOEVALUACIÓN • AUTOEVALUACIÓN • AUTOEVALUACIÓN

- 1 ¿Cuál es el efecto del entrenamiento sobre el consumo máximo de oxígeno y el consumo de oxígeno por el miocardio?
- 2 ¿Cuál es el principal efecto del ejercicio sobre las dislipemias?
- 3 ¿Cuáles son los efectos indeseables de la inmovilización prolongada?
- 4 Al comenzar el programa de ejercicio físico, se realiza una prueba de esfuerzo. Citar los motivos principales.
- 5 ¿En qué pacientes está indicada la monitorización cardíaca?
- 6 ¿Cuáles son los fármacos que pueden afectar al entrenamiento?
- 7 Explicar de forma esquemática la fase de acondicionamiento cardiovascular: número de sesiones semanales, duración de éstas, progresión del esfuerzo, etc.
- 8 ¿Qué precauciones es preciso tomar al realizar ejercicio en ambientes calurosos y húmedos?
- 9 ¿Ante qué síntomas es preciso interrumpir el programa de ejercicio físico?
- 10 ¿Qué respuesta tensional cabría esperar durante la monitorización cardíaca de un paciente?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ades, Ph. (2001). A cardiac rehabilitation and secondary prevention of coronary heart disease. *N Engl J Med.* 345:892-902.
2. Hartley, L.H. (1976). "Exercise and cardiac rehabilitation". *Proc N Engl Cardiovasc Soc.* 28. pp. 37-40.
3. Detry, J.M.; Rousseau, M.; Vandenbroucke, G.; Kusumi, F.; Bras-seur, L.A. y Bruce, R.A. (1971). "Increased arteriovenous oxygen differences after physical training in coronary heart disease". *Circulation.* 44. pp. 109:118.
4. Redwood, D.R.; Rosing, D.R. y Epstein, S.E. (1972). "Circulatory and symptomatic effects of physical training in patients with coronary-artery disease and angina pectoris". *N. Engl J Med.* 286. pp. 959-965.
5. Laughlin, M.H. (1994). "Symposium: Effects of exercise training on coronary circulation". *Med Sci Sports Exerc.* 26. pp. 1226-1268.
6. Sim, D.N. y Neill, W.A. (1994). "Investigation of the physiological basis for increased exercise threshold for angina pectoris after physical conditioning". *J Clin Invest.* 54. pp. 763-770.
7. Fletcher, B.J.; Dunbar, S.B.; Felner, J.M.; Jensen, B.E.; Almon, L.; Cotsonis, G. y Fletcher, G.F. (1994). "Exercise testing and training in physically disabled men with clinical evidence of coronary artery disease". *Am J Cardiol.* 73. pp. 170-174.
8. Hambrecht, R.; Wolf, A.; Gielen S et al.(2000). "Effect of exercise on coronary endothelial function in patients with coronary artery disease". *N Engl J Med.* 342:454-60.
9. Oldridge, N.; Guyatt G.; Jones, N. et al.(1991). "Effects on quality of life with comprehensive rehabilitation after acute myocardial infarction". *Am J Cardiol* 67:1084-89
10. Hellerstein, H.K. (1984). "Exercise therapy in coronary disease". *Bull NY Acad Med.* 44. pp. 1028.
11. Oldridge, N.B.; Guyatt, G.H.; Fischer, M.E.; Rimm, A.A. (1988). "Cardiac rehabilitation after myocardial infarction: combined experience of randomized clinical trials". *JAMA.* 260. pp. 945-950.
12. O'Connor, G.T.; Buring, J.E.; Yusuf, S.; Goldhaber, S.Z.; Olmstead, E.M.; Paffenbarger, R.S. y Hennekens, C.H. (1990). "An overview of randomized trials of rehabilitation with exercise after myocardial infarction". *Circulation.* 80. pp. 234-244.
13. Berlin, J.A. y Colditz, G.A. (1990). "A meta-analysis of physical activity in the prevention of coronary heart disease". *Am J Epidemiol.* 132:612-628.
14. Tremblay, A.; Doucet, E.; Imbeault, P.; Mauriege, P.; Despres, J.P.; Ri-

- chard, D. (1999). "Metabolic fitness in active reduced-obese individuals". *Obes Res.* 7:556-63.
15. Ames, A.C. (1989). "Chemistry of marathon running". *J Clin Pathol.* 41. pp. 1121-1125.
16. Wood, P.D.; Stefanick, M.L. y Dreon, D.M. (1988). "Changes in plasma lipids and lipoproteins in overweight men during weight loss through dieting as compared with exercise". *N Eng J Med.* 319. pp. 1173-1180.
17. Serrat-Serrat, J.; Serra-Grima, J.R.; Gonzalez-Sastre, F. y Ordoñez-Llanos, J. (1995). "Increase of LDL susceptibility to oxidation occurring after intense, long duration aerobic exercise". *Atherosclerosis.* 118. pp. 297-305.
18. Williams, P.T.; Kraus, R.M.; Wood, P.D.; Lindgren, F.T.; Giotas, C. y Vranizan, K.M. (1986). "Lipoprotein subfractions of runners and sedentary men". *Metabolism.* 35. pp. 45-52.
19. Williams, P.T.; Kraus, R.M.; Vranizan, K.M.; Albers, J.J.; Terry, R.B. y Wood, P.D.S. (1989). "The effects of long distance running and weight loss on plasma low-density lipoprotein subfraction concentrations in men". *Arteriosclerosis.* 9. pp. 623-632.
20. Marti, B.; Suter, E.; Riesen, W.F.; Tschoopp, A.; Wanner, H.U. y Gutzwiller, F. (1990). "Effect of long-term self-monitored exercise on the serum lipoprotein and apolipoprotein profile in middle-aged men". *Atherosclerosis.* 81. pp. 19-31.
21. Williams, P.T.; Kraus, R.M.; Vranizan, K.M. y Wood, P.D. (1990). "Changes in lipoprotein subfraction during diet-induced and exercise-induced weight in moderately overweight men". *Circulation.* 81. pp. 1293-1304.
22. Wood, P.D.; Haskell, W.L. y Blair, S.N. (1983). "Increased exercise level and plasma lipoprotein concentrations: a one year randomized controlled study in sedentary middle-aged men". *Metabolism.* 32. pp. 31-39.
23. Williams, P.T.; Wood, P.D.; Haskell, W.L. y Vranizan, K.M. (1982). "The effects of running nucleage and duration on plasma lipoprotein levels". *JAMA.* 247. pp. 2674-2679.
24. Kraus, R. (1989). "Exercise, lipoproteins and coronary artery disease". *Circulation.* 79. pp. 1143-1145.
25. Scandinavian Simvastatin Survival Study group. "Randomised trial of cholesterol lowering in 4444 patients with coronary heart disease". *Lancet* 344:1389-9.
26. Lipid Research Clinics Program. (1984). "The lipid research clinics coronary primary prevention. Trial results:ii the relationship of reduction in incidence of coronary heart disease to cholesterol lowering". *JAMA.* 251. pp. 365-374.
27. Hambrecht, R.; Niebauer, J. y Marburger, C. (1993). "Various intensities of leisure time physical activity in patients with coronary artery disease: effects on cardio-

- respiratory fitness and progression of coronary atherosclerotic lesions". *J Am Coll Cardiol*. 22:468-477.
- 27a. Kraus, W.E.; Houmard, J.A.; Duscha, B.D. et al. (2002). "Effects of the amount and the intensity of exercise on plasma lipoproteins" *N Engl J Med*. 347:1483-92.
- 27b. *Guidelines for Exercise testing and prescription* (1995). American College of Sports Medicine. Williams and Wilkins Filadelfia. (En castellano: *Manual ACSM para la valoración y prescripción del ejercicio*. Barcelona: Paidotribo).
28. Boyer, J.L. y Kasch, F.W. (1970). "Exercise therapy in hypertensive men". *JAMA*. 211. pp. 1168-1671.
29. Martín, J.E.; Dubbert, P.M. y Cushman, W. (1990). "Controlled trial of aerobic exercise in hypertension". *Circulation*. 81. pp. 1560-1567.
30. Blair, S.N.; Goodyear, N.N.; Gibbons, L.W. y Cooper, K.H. (1984). "Physical fitness and incidence of hypertension in healthy normotensive men and women". *JAMA*. 252. pp. 487-490.
31. Urata, H.; Tanabe, Y.; Kinoyaga, A.; Ikeda, M.; Tanaka, H.; Shindo, M. y Arakawa, K. (1987). "Antihypertensive and volume-depleting effects of mild exercise on essential hypertension". *Hypertension*. 9. pp. 245-252.
32. Kiyonaga, A.; Arakawa, H.; Tanaka, H. y Shindo, M. (1985). "Blood pressure and hormonal responses to aerobic exercise". *Hypertension*. 7. pp. 125-131.
33. Palatini, P.; Graniero, G.R.; Mormino, P.; Nicolosi, L.; Mos, L. y Visentin, P. (1994). "Relation between physical training and ambulatory blood pressure in stage I hypertensive subjects". Results of the HARVEST trial. *Circulation*. 90. pp. 2870-2876.
34. Strazullo, P.; Cappuccio, F.P. y Trevisan, M. (1988). "Leisure time physical activity and blood pressure in schoolchildren". *Am J Epidemiol*. 127(4). pp. 762-773.
35. Guillum, R. (1989). "Office of analysis and epidemiology national center for health. The relationship of treadmill test performance to blood pressure and other cardiovascular risk factors in adolescents". *Am Heart J*. 118. pp. 161-171.
36. Rocchini AP, Katch V, Anderson J, Hinderliter J. (1988). "Blood pressure in obese adolescents: effect of weight loss". *Pediatrics* 82(1). pp. 16-23.
37. Fletcher G.H.; Blair, S.N.; Blumental, J.; Caspersen, C.; Chaitman, B.; Epstein, S.; Falls, H.; Froelicher, E.S.; Froelicher, V.F. y Piña, I. (1992). "Statement on exercise: benefits and recommendations for physical activity programs. A statement for health professional by the Committee on exercise and cardiac rehabilitation of the Council on clinical Cardiology".

American Heart Association. *Circulation* 86. pp. 340-344.

38. Hartley, L.H. (1985). "The role of the exercise in the primary and secondary prevention of atherosclerotic coronary artery disease". En: *Exercise and the Heart*. Wenger (ed). Filadelfia. Davis Company 1-2.

39. Hickey, N.; Mulcahy, R.; Bourke, G.J. (1975). "Study of coronary risk factors related to physical activity in 15,721 men". *Br Med J*. 5 pp. 503-507.

40. Sullivan, M.J. (1994). "Role of exercise conditioning in patients with severe left ventricular dysfunction". En: Fletcher GH (ed). *Cardiovascular response to exercise*. Mount Kisco NY. Futura Publishing. pp. 359-376.

41. Fletcher, B.J.; Thiel, J. y Fletcher, G.H. (1986). "Phase II intensive monitored cardiac rehabilitation for coronary artery disease and coronary risk factors: a six-session protocol". *Am J Cardiol*. pp. 751-756.

Prescripción de ejercicio en pacientes con enfermedad respiratoria crónica

Dr. Pere Casan Clarà – Dra. Rosa Güell Rous

*Laboratorio de función pulmonar. Departamento de Neumología –
Hospital de la Santa Creu i Sant Pau – Barcelona*

RESUMEN • RESUMEN • RESUMEN • RESUMEN

1. Describir las relaciones existentes entre la enfermedad respiratoria crónica, especialmente EPOC y asma, y el ejercicio.
2. Detallar los mecanismos patogénicos que producen síntomas en estos pacientes, en relación con la práctica del ejercicio.
3. Describir las indicaciones, tipos de programas, duración e intensidad del ejercicio, aplicables a los pacientes con enfermedad respiratoria crónica.
4. Revisar los programas existentes en la literatura y sus resultados más importantes en relación a la práctica de ejercicio en estos pacientes.

Palabras clave: Asma. Broncoespasmo inducido por el ejercicio. Ejercicio. EPOC. Rehabilitación.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades respiratorias se sitúan entre las más frecuentes y con mayor capacidad invalidante, entre los diversos padecimientos de la humanidad. Algunas de ellas tienen el hábito tabáquico como principal elemento productor, aunque no puede olvidarse las innumerables sustancias contaminantes que llegan a los pulmones a través del aire que respiramos.

Dos de las enfermedades respiratorias más comunes son el asma y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). Entre ambas ocupan probablemente el primer lugar de la atención médica especializada de neumólogos hospitalarios y de ambulatorio, y una buena parte del tiempo de dedicación de la medicina familiar y comunitaria. Aunque con puntos en común, se trata de dos procesos que afectan a grupos de población muy diferenciada. En el asma, el enfermo es principalmente joven y predomina ligeramente el sexo femenino. En la EPOC predomina el sexo masculino y la edad de mayor incidencia es superior. De esta forma, la motivación hacia los cuidados médicos, el grado de colaboración, la percepción de la propia enfermedad, el tipo de aspectos vivenciales que se ven afectados y las implicaciones socioeconómicas son fundamentalmente diferentes.

La aproximación farmacológica a estas enfermedades no difiere de una manera importante, ya que el arsenal terapéutico de que disponemos se limita fundamentalmente a los broncodilatadores, de diversos tipos y mecanismos de acción, los antiinflamatorios y a la administración de oxígeno de manera pautada, cuando existe una indicación gasométrica. En ambos casos, la prevención en forma de evitar la inhalación de productos alergénicos específicos o el abandono del hábito tabáquico, se convierten en un elemento primordial en el manejo de estos procesos obstructivos de las vías aéreas.

El ejercicio es, a su vez, causa productora de síntomas y mecanismo aliviador en este tipo de procesos. La disnea, las sibilancias o la tos que presentan estos enfermos se relaciona claramente con la realización de un esfuerzo, de tal forma que el interrogatorio de estos síntomas contempla siempre su relación con una actividad física. Al mismo tiempo, la práctica reglada de un ejercicio se convierte en un elemento regulador del impacto de la enfermedad sobre las actividades diarias del individuo. Tal es la relación, que en algunos casos excepcionales, la realización pautada de un deporte ha convertido a

algunos asmáticos en campeones olímpicos. Pero, al margen de situaciones límite, el ejercicio debe formar parte del plan de actuación médica en estos pacientes respiratorios, por lo que veremos con detalle cuáles son los aspectos de la patogenia más relacionados, los factores o mecanismos limitantes, las indicaciones, los programas más relevantes que se han utilizado y los resultados más característicos. El objetivo es, sin duda, común al de otros programas de ejercicio en diversas enfermedades: contribuir a recordar que la realización pausada y seria de un ejercicio es un elemento primordial en la mejora de la vida de relación de estos pacientes y un protagonista de primera línea en la mejora de su calidad de vida.

ENFERMEDAD PULMONAR OBSTRUCTIVA CRÓNICA

La EPOC es una entidad patológica que se caracteriza por una combinación de enfermedad de la vía aérea y del parénquima pulmonar, y viene definida por una reducción del flujo espiratorio máximo y una hiperdistensión pulmonar. En general, es una enfermedad que evoluciona lenta y progresivamente hacia la irreversibilidad. La EPOC incluye dos procesos: la bronquitis crónica y el enfisema. La bronquitis crónica se define por la presencia de tos productiva al menos 3 meses al año y más de dos años consecutivos. El enfisema se caracteriza por un aumento anormal y permanente de los espacios aéreos distales al bronquiolo terminal, con destrucción de sus paredes y sin existencia de fibrosis.

Mecanismos limitantes

La disnea o incomodidad en el acto de respirar es el síntoma más importante en la EPOC. La disnea es progresiva y en fases avanzadas de la enfermedad llega a limitar la realización de las actividades más simples de la vida cotidiana del paciente, favoreciendo la inmovilidad.

Cuando realizamos una prueba de esfuerzo en pacientes con EPOC el síntoma limitante por excelencia es la disnea. Sin embargo, no es infrecuente que los pacientes paren la prueba por dolor en las piernas, que traduce fatiga de los musculoesqueléticos.

La respuesta al ejercicio en los pacientes con EPOC se caracteriza por: un nivel de esfuerzo bajo ($\dot{V}O_2$ máx), una ventilación máxi-

ma elevada en relación con el nivel de esfuerzo alcanzado ($\dot{V}_{Em\acute{a}x}/\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$), un incremento del espacio muerto (V_D/V_T) y de la capacidad residual funcional (FRC), un aumento de la diferencia alveoloarterial de oxígeno, una reducción de la PO_2 , una FC alta para un nivel determinado de esfuerzo, pero baja al esfuerzo máximo y un aumento de la producción de ácido láctico a bajos niveles de esfuerzo. Por tanto, la limitación al ejercicio en la EPOC es multifactorial.

Los factores más importantes que intervienen en la limitación al ejercicio en la EPOC son:

Limitación ventilatoria

Existen dos elementos: el incremento de la demanda ventilatoria y la disminución de la capacidad ventilatoria. El incremento de los requerimientos ventilatorios es debido al aumento del espacio muerto ($\dot{V}_D/\dot{V}_T$), secundario a las alteraciones de la relación ventilación-perfusión ($\dot{V}/\dot{Q}$), y a la hipoxemia de las áreas mal ventiladas. La disminución de la capacidad ventilatoria está determinada por la propia obstrucción de las vías aéreas y por el incremento del trabajo respiratorio. La disnea se produce por el desequilibrio entre la demanda aumentada y la incapacidad para alcanzar un adecuado nivel de ventilación para mantener los gases arteriales. La ventilación máxima ($\dot{V}_{Em\acute{a}x}$) durante el ejercicio en los pacientes con EPOC es igual o incluso más alta que la ventilación máxima en reposo (MVV), mientras que en los individuos sanos la $\dot{V}_{Em\acute{a}x}$ sólo supone aproximadamente el 70 % de la MVV; por tanto, los pacientes con EPOC llegan a su techo ventilatorio durante el esfuerzo y no tienen reserva ventilatoria ($\dot{V}_{Em\acute{a}x}/MVV$).

Limitación de los músculos ventilatorios (bomba ventilatoria)

La capacidad para generar presión de los músculos ventilatorios en la EPOC está disminuida debido a la existencia de una debilidad muscular y al aumento del volumen pulmonar a lo largo del ejercicio. Por contra, el trabajo de los músculos ventilatorios durante el ejercicio está incrementado por diversas razones: la hiperinsuflación dinámica, el aumento de las resistencias de las vías aéreas, el incremento de la ventilación, la disminución de la compliancia pulmonar y la distorsión de la pared torácica. Por lo tanto, existe un desequilibrio entre la capacidad de los músculos ventilatorios y el trabajo que deben realizar, lo que favorece la caída de éstos en un estado de fa-

tiga. Hay también otros factores que intervienen directamente sobre el músculo disminuyendo su capacidad de contracción, como son la hipoxemia, la hipercapnia y la desnutrición, aspectos que coinciden en muchos de estos pacientes.

Limitación cardiovascular

La principal complicación cardiovascular de la EPOC es el desarrollo de una hipertensión arterial pulmonar (HTP), que progresivamente favorece una hipertrofia del ventrículo derecho (VD) y una insuficiencia cardíaca derecha. Estudios hemodinámicos y volumétricos con radioisótopos han demostrado que en muchos pacientes con EPOC existe una HTP, un incremento de las resistencias vasculares pulmonares y una disfunción del VD durante el ejercicio aun antes de instaurarse la HTP en reposo. Se han descrito diversos factores que relacionan este hecho: la disminución del lecho vascular (como en el enfisema) y la vasoconstricción secundaria a la hipoxia que se produce durante el esfuerzo podrían, por sí mismas, favorecer la HTP; la compresión de los capilares alveolares debido al aumento de la presión alveolar produciría un incremento de las resistencias vasculares pulmonares. Todos los estudios apoyan que el factor cardiovascular tiene un papel importante en la limitación al esfuerzo de la EPOC. Además, no es infrecuente que en estos pacientes coexistan enfermedades coronarias o alteraciones vasculares periféricas, que agravan este hecho.

Limitación muscular periférica

La disnea favorece la inmovilidad y ésta produce una atrofia muscular. La atrofia muscular provoca una disminución del número de mitocondrias y de los sistemas enzimáticos de la célula, así como alteraciones de la microcirculación. Todo ello dificulta el intercambio de gases a nivel de la fibra muscular y provoca una disminución de la capacidad de metabolismo y, por lo tanto, favorece una rápida caída del músculo hacia la fatiga muscular. Hay otros factores que pueden agravar esta situación, como son la desnutrición, la hipoxemia y los repetidos tratamientos con corticoides y diuréticos. Diversos estudios demuestran que los pacientes con EPOC desarrollan una precoz acidosis metabólica durante el ejercicio debido a concentraciones altas de lactato en plasma a niveles muy bajos de esfuerzo.

Factor psicológico

La enfermedad crónica conlleva una situación de ansiedad y de depresión que favorece una percepción individual de la disnea, sin que exista siempre una buena relación ni con el grado de obstrucción de las vías aéreas ni con la gravedad de la hipoxemia. Los pacientes desarrollan un efecto de "fobia al ejercicio" que produce una sensación de pánico al esfuerzo.

Otros factores

La obesidad incrementa las demandas cardiopulmonares al ejercicio y las deformidades de la caja torácica y del abdomen incrementan las alteraciones de la mecánica ventilatoria. La anemia disminuye la capacidad de transporte del oxígeno y favorece la aparición de acidosis metabólica a bajos niveles de esfuerzo. El hábito tabáquico produce un incremento de carboxihemoglobina reduciéndose el contenido arterial de oxígeno. Además, el tabaco incrementa la FC y la TA y agrava las alteraciones de la relación $\dot{V}/\dot{Q}$.

Objetivos del entrenamiento

El ejercicio físico es el componente más importante en los programas de rehabilitación de la EPOC, y probablemente el que más influye en el alivio de los síntomas. Varios estudios han demostrado que los efectos conseguidos por la rehabilitación se incrementan significativamente cuando intervienen los programas de entrenamiento muscular.

Con el ejercicio físico se pretende conseguir una mejor adaptación al esfuerzo, centrada en los siguientes puntos:

- Favorecer una respuesta ventilatoria más adecuada (disminuyendo la hiperinsuflación y la hiperventilación).
- Conseguir una mejor eficacia del sistema de transporte del oxígeno (mediante una mejor adaptación cardiovascular).
- Alcanzar una mejor capacidad de extracción de oxígeno en el músculo periférico (incrementando el número y tamaño de los capilares musculares).
- Incrementar la fuerza y resistencia muscular tanto de los músculos ventilatorios como esqueléticos.
- Crear motivaciones y desensibilizar la disnea.

Indicaciones del entrenamiento

La disnea de esfuerzo favorece la inmovilización y la inmovilización provoca más disnea, de tal forma que progresivamente el paciente se va convirtiendo en un inválido física y psíquicamente. El entrenamiento está dirigido a romper este círculo vicioso.

Todos los pacientes con EPOC son, potencialmente, candidatos a un programa de entrenamiento al esfuerzo. Sin embargo, según el grado de severidad de la enfermedad es necesario prescribir un modelo u otro de programa.

Los pacientes con un grado ligero o moderado de obstrucción ($FEV_1 > 40\%$ del valor de referencia) deben realizar ejercicios de intensidad alta, como ejercicios de brazos y de piernas utilizando ergómetros. Los pacientes con un grado intenso de obstrucción ($FEV_1 < 40\%$ del valor de referencia) deben realizar ejercicios de intensidad baja como caminar o subir escaleras o realizar ejercicios generales de tonificación muscular, sin descartar que, en caso de tolerarlo, pueden realizar ejercicios con ergómetros a niveles más bajos de intensidad.

Los pacientes que incrementan la hipoxemia al esfuerzo (enfisema pulmonar severo, enfermedades que alteran la difusión o en la hipertensión pulmonar grave) deben realizar el entrenamiento con la administración de oxígeno.

Tipos de entrenamiento

Se utilizan dos tipos de entrenamiento: el entrenamiento físico general y el entrenamiento específico de los músculos ventilatorios.

Entrenamiento físico general

Con este tipo de entrenamiento se pretende conseguir dos objetivos fundamentales:

- Una mejor tonificación muscular.
- Una adaptación cardiovascular y respiratoria más adecuada para un mismo nivel de trabajo físico.

Los métodos más conocidos están dirigidos a mejorar la tonificación muscular de las extremidades inferiores (caminar, subir escaleras, ejercicios con distintos ergómetros, etc.), pero también hay ejer-

cicios dirigidos a mejorar la actividad de los miembros superiores (ejercicios de brazos).

Entrenamiento de los músculos ventilatorios

Desde hace unos diez años y coincidiendo con la introducción del concepto "fatiga de los músculos ventilatorios", esta modalidad de entrenamiento ha ido tomando personalidad propia. Los efectos buscados por este tipo de entrenamiento son incrementar la fuerza y resistencia de los músculos ventilatorios y de este modo evitar el fallo de la bomba ventilatoria, que se produce por la fatiga de estos músculos. Los métodos utilizados son básicamente tres:

- La realización de maniobras repetidas de presión inspiratoria máxima (PI_{máx}) y presión espiratoria máxima (PE_{máx}), lo que favorece el incremento de la fuerza de los músculos ventilatorios.
- La ventilación máxima mantenida isocápnicamente, que consigue incrementar la capacidad de aguante de estos músculos.
- La utilización de resistencias resistivas inspiratorias, que es el método más extendido y utilizado por su fácil manejo y su escaso coste. Su objetivo es mejorar la fuerza de los músculos ventilatorios.

Programas de entrenamiento

La utilización del ejercicio de una forma continua y controlada puede conseguir una mejora de la capacidad funcional del individuo, con menor gasto energético, consiguiéndose así un efecto de entrenamiento. El entrenamiento consiste en someter al organismo a un nivel de trabajo con una intensidad, frecuencia y duración determinadas.

Es importante que en las técnicas aplicadas de entrenamiento participen los grupos musculares de los que esperamos un progreso. Cuando se pretende una mejoría global del individuo debe actuarse sobre grandes masas musculares. El efecto del entrenamiento es proporcional a la carga de trabajo impuesta.

Los métodos empleados son muy variables. En general, se utilizan ergómetros (cinta ergométrica o cicloergómetro), aunque algunos utilizan únicamente paseos en terreno llano o subida de escaleras. No existen programas estandarizados de entrenamiento muscular,

sino que cada grupo tiene unos criterios propios. En líneas generales hemos de remarcar que un programa de entrenamiento físico general debe cumplir las tres características básicas de todo entrenamiento: intensidad, frecuencia y duración suficientes para provocar una respuesta eficaz tanto a nivel muscular como cardiopulmonar.

La intensidad del trabajo impuesto debe adecuarse a cada individuo y se determina a partir de la prueba de esfuerzo máximo. En general, los criterios se basan en que el nivel de trabajo debe ser entre $1/2$ y $2/3$ del valor del $\dot{V}O_2$ máx o de la FC máx alcanzadas durante la prueba de esfuerzo. Sin embargo, algunos autores sostienen que seleccionar estos criterios para pacientes que tienen una limitación ventilatoria sería inadecuado, y proponen un entrenamiento más intenso con el mismo nivel de trabajo en que se ha alcanzado el umbral anaeróbico.

La frecuencia de las sesiones de entrenamiento debe ser de 3 a 5 veces por semana y con una duración de 20 a 40 min cada sesión. Algunos grupos obtienen buenos resultados con períodos más cortos, de 11 días, sin embargo utilizan dos sesiones diarias de 30 o 40 min.

La duración del entrenamiento varía de un equipo a otro. Casi todos los grupos de trabajo centran el período de entrenamiento en 4-12 semanas, siendo este último el ideal. En un entrenamiento intenso podemos encontrar efectos fisiológicos a la semana, sin embargo, en entrenamientos de intensidad moderada y progresiva se precisan al menos 5 semanas.

Lo ideal sería proseguir el entrenamiento durante toda la vida del paciente, por ello es necesario crear una motivación lo suficientemente fuerte para que una vez finalizado el período establecido, el paciente continúe su actividad de forma regular de por vida, ya sea mediante el uso de un ergómetro o simplemente creándole el hábito de caminar diariamente un tiempo preestablecido.

A menudo, es necesario proporcionar un aporte de oxígeno mientras se realiza el entrenamiento, para mejorar la eficacia de esta terapéutica, sobre todo en los pacientes que presentan desaturación de la oxihemoglobina al esfuerzo.

Es importante que se inicie el programa de entrenamiento cuando el paciente se encuentra en fase estable de su enfermedad y con la medicación adecuada, para conseguir la máxima capacidad de esfuerzo que ésta le permite. Es importante, también, que el paciente previamente haya realizado un período de fisioterapia, para que haya aprendido a aprovechar al máximo su capacidad respiratoria.

Resultados del entrenamiento

En individuos sanos el entrenamiento provoca un incremento del $\dot{V}O_2$ máx de un 5-20 %, como resultado del aumento del GC y de la diferencia arteriovenosa de oxígeno ($a-vO_2$). El incremento del GC se consigue gracias a un aumento del volumen sistólico, sin cambios en la FC. El incremento de la diferencia $a-v$ de O_2 es atribuida a diversos fenómenos: al aumento del número y tamaño de las mitocondrias, al aumento de las enzimas aeróbicas y a la concentración de glucógeno en los músculos entrenados, y finalmente, al efecto sobre la ventilación, consiguiendo una ventilación más eficaz sin incrementar la frecuencia respiratoria.

El entrenamiento en los pacientes con EPOC tiene, además, una doble finalidad: por un lado, prevenir el aislamiento social que le produce su incapacidad y, por otro, conseguir la mejor condición física que le permita su enfermedad.

La eficacia de las técnicas de entrenamiento físico general en los pacientes con EPOC ha sido y es largamente controvertida, probablemente por la escasa respuesta de los parámetros de función ventilatoria y cardiovascular. Todos los autores están de acuerdo en que con el entrenamiento físico general se consigue una mejoría en el factor psicológico, debido a la "motivación" que provoca en estos pacientes. La subjetividad que conlleva este factor psicológico le ha mermado importancia. Sin embargo, podemos observar en los resultados de la literatura que esta mejoría subjetiva se refleja de diversas formas: se incrementa la autonomía del paciente, disminuyen los ingresos hospitalarios y los síntomas como la disnea y mejoran los indicadores de calidad de vida relacionada con la salud.

La mayor controversia existe en el análisis de los resultados de la función cardiopulmonar. Algunos autores han encontrado mejoría clara en parámetros como: respuesta cardíaca más adecuada, con una FC inferior para un mismo nivel de esfuerzo; nivel superior de ejercicio con incremento del $\dot{V}O_2$ máx; ventilación máxima y frecuencia respiratoria inferiores para un nivel dado de esfuerzo; reducción de la acidosis láctica o incremento de la PaO_2 , con disminución de la $PaCO_2$ durante el ejercicio. Sin embargo, otros autores no han encontrado modificaciones significativas en estos parámetros.

Prácticamente todos los programas de entrenamiento físico general en la EPOC están centrados en el entrenamiento de los músculos de las piernas. Sin embargo, en los últimos años se ha dado también

importancia al entrenamiento de los músculos de los brazos. Los pacientes con EPOC grave tienen serias dificultades para realizar esfuerzo con los brazos (comer, peinarse, lavarse los dientes, etc.). En algunos trabajos se ha demostrado que en los pacientes con EPOC el tiempo de tolerancia al esfuerzo y la saturación de la oxihemoglobina era inferior cuando realizaban un esfuerzo con los brazos, comparándolo con un esfuerzo de las piernas. Estudios previos que comparaban la respuesta cardiovascular y pulmonar de los ejercicios de brazos y piernas demostraron que, para un mismo nivel de esfuerzo, el ejercicio de brazos provoca una FC, una TA, una ventilación y un consumo de oxígeno superiores que el esfuerzo de piernas. Según los resultados de los programas de entrenamiento de los brazos, se demuestra que los pacientes que realizan este tipo de entrenamiento presentan una mejor tolerancia al esfuerzo, evaluada por una prueba de esfuerzo específica para estos músculos, así como una disminución en la percepción de disnea o de fatiga muscular.

Otro punto de crítica que siempre ha existido en torno al entrenamiento físico general es la desaparición de los efectos conseguidos después de un tiempo de haber finalizado el programa de entrenamiento. Sin embargo, trabajos ya clásicos y otros más recientes ponen de manifiesto que los resultados obtenidos pueden mantenerse durante largos períodos, sobre todo si hemos conseguido producir un efecto de motivación en el paciente.

Hace unos años, cuando empezaron a publicarse los resultados del entrenamiento específico de los músculos ventilatorios, parecían mucho más esperanzadores que los obtenidos con el entrenamiento físico general. Sin embargo pronto se pudo constatar que este tipo de entrenamiento mejoraba básicamente los parámetros relacionados con estos propios músculos ($P_{\text{máx}}$, $P_{\text{Emáx}}$), ya que concretamente se conseguía una mejora de su fuerza y resistencia, pero tampoco existían cambios en la función pulmonar, ni en la tolerancia al esfuerzo medida por la prueba de los 6 min de marcha o por la prueba de esfuerzo progresiva. Un metaanálisis sobre este tema concluye que existe únicamente una pequeña evidencia de mejoría clínica de los pacientes sometidos a este entrenamiento y que ésta sólo se puede obtener si se consigue alcanzar una presión adecuada en la boca.

La opinión generalizada es que, probablemente, el efecto máximo se consigue con un entrenamiento mixto y global: entrenamiento físico general para conseguir una mejor tolerancia al ejercicio y en-

• PUNTOS CLAVE • PUNTOS CLAVE • PUNTOS CLAVE •

- El objetivo principal del entrenamiento en la enfermedad pulmonar crónica es mejorar la respuesta cardiopulmonar y conseguir un mejor tono muscular.
- La intensidad, la duración y la frecuencia del ejercicio son las tres características básicas para conseguir un efecto de entrenamiento.
- Existen dos tipos de entrenamiento: el físico general (brazos y piernas) y el específico de los músculos ventilatorios.
- La limitación al esfuerzo en la EPOC es multifactorial. La disnea y el dolor en las piernas son los síntomas más frecuentes que obligan a detener una prueba de esfuerzo.
- El entrenamiento en la EPOC consigue una mejor respuesta ventilatoria, cardíaca y muscular para un mismo nivel de ejercicio, sin que se incremente en general el nivel de esfuerzo máximo.

trenamiento específico de los músculos ventilatorios para mejorar la capacidad ventilatoria.

ASMA

El asma se define como un proceso inflamatorio de las vías aéreas, cuyas células primordialmente implicadas son los mastocitos y los eosinófilos. Su acción produce una obstrucción al paso del aire, que es de tipo reversible, ya sea de forma espontánea o por la acción de ciertos fármacos broncodilatadores. Los bronquios de estos pacientes muestran una hipersensibilidad frente a la acción de numerosas sustancias inhaladas, de forma específica (neumoalergenos) o inespecífica (irritantes).

La relación del asma con el ejercicio es conocida desde muy antiguo. Hace más de 1.800 años, un médico de Capadocia (Arateo) describía que lo que hacía detener el ejercicio de algunas personas, en forma de silbidos en el pecho, se denominaba "asma". Sin embargo fueron las propias observaciones de John Floyer (1698), un médico inglés que padecía la enfermedad, y los trabajos de Herxheimer, publicados en 1946, los que relacionaron directamente la

realización de un esfuerzo físico, la respuesta respiratoria en forma de hiperventilación y la aparición de síntomas asmáticos. Desde entonces, los conceptos "asma" y "ejercicio" han aparecido íntimamente conectados en la literatura y, aunque los mecanismos íntimos del proceso no son aún del todo conocidos, sí que hemos avanzado mucho en la descripción de los mecanismos patogénicos implicados.

Mecanismos limitantes

El ejercicio, la hiperventilación y la exposición al aire frío o muy seco producen un aumento transitorio de la resistencia al paso del aire por las vías aéreas en aproximadamente el 75-80 % de los asmáticos. Este proceso alcanza un máximo a los 5-15 min de finalizar el estímulo y cede espontáneamente entre las 1-3 h. A continuación se desarrolla un período refractario durante un tiempo de 1-4 h. Para un mismo nivel de ejercicio y de ventilación, el respirar aire frío o seco incrementa la respuesta obstructiva, mientras que el aire cálido y húmedo reduce la intensidad.

Los mecanismos responsables son múltiples y no están del todo esclarecidos, aunque pueden concretarse en:

- Pérdida de calor en las vías áreas producida por el paso del aire.
- Pérdida de agua por parte de la mucosa como consecuencia de la pérdida de calor, con producción de hiperosmolaridad en la zona y estímulo de receptores bronquiales.
- Proceso de hiperhemia en la mucosa, como consecuencia de un recalentamiento rápido, con producción de obstrucción por edema.
- Proceso inflamatorio clásico, con estímulo de mastocitos y llegada de eosinófilos que mantienen el broncoespasmo.

El hecho de que este fenómeno se observe en diferentes mamíferos, con diversos niveles de estímulo, hace sospechar que se trata de un proceso fisiológico de "broncoconstricción inducida por ejercicio", del que el grupo de asmáticos sería únicamente un extremo del espectro, ya que sus bronquios presentan una mayor susceptibilidad a la agresión de estímulos que llegan por el aire. En la mayoría de los casos, la realización del ejercicio en condiciones climáticas adecuadas, la respiración nasal y la administración de los fármacos

pertinentes hacen que la realización de ejercicio pueda efectuarse con toda normalidad.

Programas de ejercicio

Existe un amplio acuerdo en que el ejercicio físico mejora la capacidad cardiorrespiratoria de los asmáticos, de la misma forma que lo hace en los individuos sanos. Sin embargo, el acuerdo no es unánime en cuanto a la capacidad de mejoría en el nivel de obstrucción bronquial de estos pacientes o sobre el verdadero alcance en la prevención del broncoespasmo desencadenado por el propio ejercicio. Uno de los beneficios más claros es la mejoría en el nivel de disnea para una misma carga de trabajo, aunque es una observación difícil de concretar, ya que en ella intervienen diversas variables como el grado de motivación, el nivel inicial de la puesta a punto física o la gravedad del propio proceso asmático. Este último punto es de extraordinaria importancia, puesto que de él depende la orientación del programa de ejercicio más adecuado para cada paciente.

Una vez diagnosticada el asma, es obligatorio establecer el grado de gravedad del proceso (ligero, moderado o intenso) y para ello nos servimos del siguiente esquema:

Asma ligera

- Síntomas leves u ocasionales, que no limitan la actividad física.
- Capacidad ventilatoria normal durante las intercrisis (medida mediante el FEV₁ o el flujo espiratorio máximo).
- Necesidad de tratamiento broncodilatador de forma ocasional (no más de 4 inhalaciones de un agonista adrenérgico beta-2 a la semana).

Asma moderada

- Síntomas leves pero que se presentan frecuentemente (2-3 días a la semana).
- Síntomas ocasionales pero de gran intensidad, u ocasionados muy fácilmente por estímulos poco intensos (ejercicio ligero, risa, irritantes, aire frío, etc.).
- Capacidad ventilatoria ligeramente disminuida durante las intercrisis (FEV₁ entre el 60 y 80 % de su valor de referencia).

- Necesidad diaria de tratamiento broncodilatador (más de 2 inhalaciones al día).

Asma intensa

- Síntomas constantes, especialmente nocturnos o a primeras horas de la mañana, con agudizaciones frecuentes e intensas que limitan la capacidad física del paciente.
- Capacidad ventilatoria moderadamente disminuida durante las intercrisis (FEV₁ inferior al 60 % de su valor de referencia),
- Necesidad constante de tratamiento broncodilatador (6 o más inhalaciones al día).

Una vez clasificado el grado de intensidad del asma, deberemos valorar el conjunto del estado físico del individuo, su predisposición a la práctica de un ejercicio seriado y su nivel de motivación, así como la asiduidad con la que seguirá el programa de entrenamiento.

En el asma de grado ligero, el programa requerido no diferirá del que seguiríamos para la puesta a punto de un individuo sano y recomendaremos la realización de un ejercicio aeróbico de forma pautada, a ser posible con práctica diaria y con revisiones periódicas para evaluar los progresos o las dificultades. No está en absoluto indicado que el paciente forme parte de un grupo de "rehabilitación", por la carga médica que ello conlleva y sí que recomendaremos la realización de un deporte, que el mismo paciente elija de entre sus afinidades. Si es posible el deporte se realizará en un ambiente no contaminado, no excesivamente frío ni seco y se procurará la respiración nasal. Si no existen preferencias, se recomienda la práctica de la natación, en cualquiera de sus formas, pero preferentemente en el mar.

Los programas de rehabilitación que pueden realizarse en un paciente con asma moderada se dirigirán a mejorar la puesta a punto cardiorrespiratoria y la capacidad aeróbica y, simultáneamente, a mejorar la fuerza y el aguante muscular y favorecer la elasticidad y la movilidad en general. Los programas se realizarán de forma individual o en pequeños grupos de pacientes similares. No es correcto mezclar pacientes con capacidad física muy diferente ni con grados de enfermedad muy dispares. La mayoría de estos pacientes seguirán las indicaciones médicas personales, en cuanto a la administración de inhaladores de un agonista adrenérgico beta-2, de acción rápida, en aerosol, previamente a la realización del programa de

ejercicio. En algunos casos puede estar indicada la administración de un agonista adrenérgico beta-2 de acción prolongada si quiere mantenerse la acción durante más tiempo, y se conservará el mismo tratamiento antiinflamatorio o con fármacos estabilizadores de la membrana de los mastocitos, habitual en el paciente.

Se realizará forzosamente un período de calentamiento con ejercicios suaves y dirigidos. A continuación puede pasarse ya al programa de ejercicio propiamente dicho, eligiéndose a conveniencia del paciente o según las indicaciones del monitor. Es posible alternar ejercicios en el suelo o utilizar un cicloergómetro o una cinta ergométrica. También puede realizarse un ejercicio de danza o de movilidad en aparatos. En cualquier caso, cabe realizar unas 3-4 sesiones de 30 min cada una, a la semana. Tal como se mencionó anteriormente, la natación es una práctica deportiva muy indicada en este tipo de pacientes. Pueden realizarse 10 sesiones de unos 30 min cada una, a la semana, y durante períodos de tres meses. A continuación puede realizarse una nueva evaluación del paciente.

Las principales diferencias en la programación del ejercicio en los asmáticos de mayor intensidad residen en la medicación previa que debe utilizarse, en la necesidad del período de calentamiento y en la duración e intensidad del ejercicio. La mayoría de estos pacientes deberán limitar su actividad a un programa de rehabilitación, sin participar en sesiones deportivas de un nivel determinado de competición. En cualquier caso, ha de contarse con la presencia de personal médico preparado en la atención de agudizaciones de estos problemas respiratorios.

Las posibles crisis que puedan presentarse se resolverán, generalmente, con la administración de un agonista adrenérgico beta-2 de acción rápida, en inhalación, que se administrará al inicio de cualquier síntoma respiratorio, de los habitualmente reconocidos por el propio paciente.

ENFERMEDADES RESTRICTIVAS

Esta designación engloba una serie de enfermedades que producen una limitación en la expansión del pulmón ya sea por alteraciones del propio parénquima, de la pleura, de la caja torácica o por enfermedades neuromusculares. Todas ellas se caracterizan por una disminución de la capacidad vital y del volumen pulmonar, sin que se alteren las resistencias de las vías aéreas.

• PUNTOS CLAVE • PUNTOS CLAVE • PUNTOS CLAVE •

- Los mecanismos limitantes del ejercicio en el asma se relacionan con la temperatura y el grado de humedad del ambiente, así como con el grado de inflamación basal.
- Los asmáticos de grado ligero pueden realizar el mismo tipo de ejercicio que los individuos normales.
- Los asmáticos de grado moderado o intenso pueden y deben realizar ejercicio, aunque de forma programada y, en muchos casos, bajo supervisión médica.

En las enfermedades del parénquima pulmonar, como la fibrosis, existe una reducción importante de las unidades pulmonares aptas para el intercambio de gases, además de una disminución de la distensibilidad pulmonar, lo que se traduce por una reducción de la capacidad inspiratoria. El patrón ventilatorio de estos pacientes está definido por una ventilación con una frecuencia respiratoria alta y un bajo volumen circulante en reposo, acentuándose mucho más durante el ejercicio. La $\dot{V}_{E\text{máx}}$ está muy cercana a la MVV, y la relación entre el volumen circulante ($\dot{V}_T$) y la capacidad inspiratoria (IC) es prácticamente 1. Además existe una importante hipoxemia al esfuerzo debido a la disminución del lecho vascular, a la existencia de unidades pulmonares con baja relación $\dot{V}_A/\dot{Q}$ y al aumento del espacio muerto.

En las enfermedades de la caja torácica o en las neuromusculares existe una severa incapacidad de incrementar el V_T , ya que a pesar de que el parénquima pulmonar es normal, la presión intratorácica es muy elevada. De esta forma, los pacientes incrementan su V_E mediante aumentos de la frecuencia respiratoria. La reserva ventilatoria es baja al final del ejercicio por la alteración mecánica de la respiración y la PO_2 suele ser normal, ya que los pulmones son normales. La reserva cardíaca es alta, ya que alcanzan niveles de ejercicio bajos por la limitación respiratoria.

En todos estos pacientes estaría indicada la aplicación de programas de entrenamiento muscular en general, al igual que en los pacientes con EPOC. La mejoría más importante la podríamos alcanzar sobre todo en el factor periférico, en la desensibilización de la

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

En las enfermedades restrictivas de pared o neuromusculares, a pesar de estar indicado el ejercicio físico dentro de un programa de rehabilitación, la ventilación nasal por vía no invasiva es el tratamiento de elección.

disnea y en la respuesta cardiovascular, aunque probablemente modificaríamos poco el patrón ventilatorio.

En los pacientes con enfermedades del parénquima es imprescindible añadir oxígeno durante el ejercicio para corregir la intensa desaturación arterial que se produce.

Muchos de los pacientes con enfermedades de la caja torácica o neuromusculares son candidatos a la ventilación domiciliaria no invasiva con máscara nasal. En general, los pacientes con enfermedades pulmonares restrictivas deben participar en los programas de entrenamiento muscular, ya que al igual que en la EPOC, se puede conseguir maximizar su nivel de fitness.

AUTOEVALUACIÓN • AUTOEVALUACIÓN • AUTOEVALUACIÓN

- 1** La respuesta al ejercicio en los pacientes con EPOC se caracteriza por:
 - a) Alto nivel de $\dot{V}O_2$ máx.
 - b) Reducción del espacio muerto.
 - c) Reducción de la capacidad residual funcional.
 - d) Aumento de la PO_2 .
 - e) Aumento del ácido láctico a bajos niveles de esfuerzo.

- 2** Los factores más importantes que intervienen en la limitación al ejercicio en la EPOC son:
 - a) Reducción de las demandas ventilatorias.
 - b) Aumento de la capacidad ventilatoria.
 - c) Incapacidad de la bomba ventilatoria.
 - d) Reducción de las resistencias vasculares pulmonares.
 - e) Hipertrofia muscular periférica.

- 3** Los objetivos del entrenamiento en la EPOC son:
 - a) Aumentar el nivel de insuflación pulmonar.
 - b) Reducir el nivel de transporte de oxígeno.
 - c) Reducir el número y tamaño de los capilares.
 - d) Aumentar la fuerza y resistencia muscular periférica y de los músculos respiratorios.
 - e) Aumentar el grado de sensibilización de la disnea.

- 4** ¿Cuál de los siguientes programas de ejercicio elegiría para un paciente con EPOC de 65 años, con FEV_1 del 60 % del valor de referencia y pO_2 de 75 mm Hg en reposo?
 - a) Tres sesiones semanales de 30 min de ejercicio, con cicloergómetro, a 2/3 del $\dot{V}O_2$ máx. previo.
 - b) Dos sesiones semanales de 20 min de ejercicio, con cinta ergométrica, a 1/2 del $\dot{V}O_2$ máx. previo.
 - c) Siete sesiones semanales de 10 min de subir 20 escaleras.
 - d) Una sesión semanal de 120 min de ejercicio caminando por terreno llano.
 - e) Una sesión mensual de 5 h de andar por la montaña.





- 5** Los mecanismos responsables del broncoespasmo inducido por el ejercicio son:
- a) Respirar aire cálido a 20 °C.
 - b) Respirar aire frío (0 °C) y seco (30 % vapor de agua).
 - c) Respirar aire templado a 22 °C.
 - d) Respirar aire saturado de vapor de agua.
 - e) No importa la temperatura ni el % de vapor de agua del aire.
- 6** ¿Cómo clasificaría a un paciente con síntomas diarios de disnea y sibilancias, desencadenados únicamente al realizar el calentamiento de una carrera de 100 m?
- a) Asma ligera.
 - b) Asma moderada.
 - c) Asma intensa.
 - d) Asma episódica.
 - e) Asma rebelde.
- 7** ¿Cuál de los siguientes programas de ejercicio elegiría para un paciente asmático de 12 años, con un FEV₁ del 88 % del valor de referencia y episodios perennes de disnea y sibilancias?
- a) Natación, con sesiones de 30-45 min, 2-3 días/semana.
 - b) 10 sesiones de 1.000 m, de ejercicio al aire libre.
 - c) Gimnasia rehabilitadora en un centro especializado.
 - d) Apneas prolongadas para estimular la ventilación.
 - e) Cinta ergométrica o cicloergómetro diarios con un nivel de esfuerzo de 2/3 del $\dot{V}O_{2\text{máx.}}$ previo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American College of Sports Medicine. (1991). *Guidelines for exercise testing and prescription*. (4^{ed}). Filadelfia: Lea & Febiger.
2. Bouchard, Cl.; Shephard, R. J.; Stephens T.; Sutton, J. R. y McPherson, B. D. (1990). *Exercise, fitness, and health. A consensus of current knowledge*. Champaign, IL: Human Kinetics.
3. Calverley, P.; Pride, N. (1995). *Chronic Obstructive Pulmonary Disease*. Londres: Chapman & Hall.
4. Casaburi, R. "Exercise training in chronic obstructive lung disease". En: Casaburi, R, y Petty, T. (Eds.). (1993). *Principles and practice of pulmonary rehabilitation*. Filadelfia. W.B. Saunders Company. 16. pp. 204-224.
5. Celli, B. R.; Snider, G. L.; Heffner, J.; Tiep, B.; Ziment, I.; Make, B.; Braman, S.; Olsen, G.; Phillips, Y. (1995). "Standards for the diagnosis and care of patients with chronic obstructive pulmonary disease". Official Statement of A.T.S. *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.* 152. pp. S77-S120.
6. Cherniack, N. S. (1991). *Chronic Obstructive Pulmonary Disease*. Filadelfia: W.B. Saunders Company.
7. Clark, C. J. "The role of physical training in asthma". En: Casaburi, R, y Petty, T. (Eds.). (1993). *Principles and practice of pulmonary rehabilitation*. Filadelfia: W.B. Saunders Company. 33. pp. 424-438.
8. Cochrane, L. M.; Clark, C.J. (1990). "Benefits and problems of a physical training programme for asthmatic patients". *Thorax*. 45. pp. 345-351.
9. Cypcar, D.; Lemanske Jr, R. F. (1994). "Asthma and exercise". En: *Clinics in Chest Medicine*. W.B. Saunders Company. Filadelfia. 15. 2. pp. 351-368.
10. Drobnic, F. (1993). "El tratamiento del asma en el deportista de elite". *Arch. Bronconeumol.* 29. pp. 184-190.
11. Fletcher, C. M.; Pride, N. B. (1984). "Definitions of emphysema, chronic bronchitis, asthma and airflow obstruction: 25 years from the CIBA Symposium". *Thorax*. 39. pp. 81-85.
12. Gallagher, C. G. (1990). "Exercise and chronic obstructive pulmonary disease". *Med. Clin. North Am.* 74. pp. 619-641.
13. Hodgkin, J. E.; Connors, G. L.; Bell, C. W. (1993). *Pulmonary rehabilitation. Guidelines to success*. Filadelfia: J. B. Lippincott.
14. Medical Research Council. (1965). "Definition and classification of chronic bronchitis, clinical and epidemiological purposes: a

- report to the Medical Research Council by their committee on the etiology of chronic bronchitis". *Lancet*. i. pp 775-780.
15. O'Byrne, P. M. (1990). *Asthma as an inflammatory disease*. Nueva York: Marcel Dekker Inc.
 16. Page, C. P.; Gardiner, Ph. (1993). *Airway hyperresponsiveness: is it really important for asthma?* Oxford: Blackwell Scientific Pub.
 17. Patessio, A.; Ioli, F.; Donner, C.F. (1993). "Exercise prescription". En: Casaburi, R, y Petty, T. (Eds.). (1993). *Principles and practice of pulmonary rehabilitation*. Filadelfia. W.B. Saunders Company. 24. pp.322-335.
 18. Pollock, M. L.; Wilmore, J. H. (1990). *Exercise in health and disease. Evaluation and prescription for prevention and rehabilitation*. Filadelfia: W.B. Saunders Company.
 19. Rampulla, C.; Francchia, C.; Ambrosino, N. (1993). *Cardiopulmonary rehabilitation*. Veruno. Bi & Gi Pub.
 20. Siafakas, N. M.; Vermeire, P.; Pride, N.B.; Paoletti, P.; Gibson, J.; Howard, P.; Yernault, J.C. ; Decramer, M.; Higenbottam, T.; Postma, D. S.; Rees, J. on behalf of the Task Force. (1995). "Optimal assessment and management of chronic obstructive pulmonary disease. ERS Consensus Statement". *Eur. Resp.J.* 8. pp. 1398-1420.
 21. Smith, K.; Cook, D. y Guyatt G.H. (1992). "Respiratory muscle training in chronic airflow limitation: A meta-analysis". *Am. Rev. Respir. Dis.* 145. pp. 533-539.
 22. Snider, G.L.; Kleinerman, J.; Thurlbeck, W.M. y Bengali, Z.H. (1985). "The definition of emphysema: report of National Heart and Blood Institute, Division of Lung Diseases, Workshop". *Am. Rev. Respir. Dis.* 132. pp. 182-185.
 23. Wasserman, K.; Hansen, J. E.; Sue, D. Y. y Whipp, B. J. (1986). *Principles of exercise testing and interpretation*. Filadelfia. Lea & Febiger.

Prescripción de ejercicio en la prevención y el tratamiento de las lesiones traumatológicas

Lydia de Sena y de Cabo

Enrique Cáceres Palou

Montserrat Tejel Gorgas

PALABRAS CLAVE • PALABRAS CLAVE • PALABRAS CLAVE

- | | | |
|---------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| • Burner syndrome | • Esguinces de tobillo | • Lesiones musculares |
| • Capsulitis adhesiva | • Espondilólisis | • Lesiones óseas |
| • Codo | • Espondilolistesis | • Lesiones tendinosas |
| • Contracturas musculares | • Estiramientos cervicales | • Miositis osificante |
| • Contusiones | • Fracturas del carpo | • Osificación heterotópica |
| • Contusiones dorsales | • Fracturas dorsales | • Potenciación muscular |
| • Contusiones musculares | • Fracturas lumbares | • Rehabilitación de la rodilla |
| • Ejercicio físico | • Fracturas por sobrecarga | • Rehabilitación hombro |
| • Entesopatías | • Hombro congelado | • Reparación tendinosa |
| • Epicondilitis | • Inestabilidad del carpo | • Rigidez articular |
| • Epitrocleítis | • ISID | • Rotura ligamentosa |
| • Esguince muscular | • ISIP | • Sinovitis vírica |
| • Esguinces | • Lesiones del | • Tendinitis |
| • Esguinces cervicales | manguito de los rotadores | • Tendinitis por sobrecarga |
| • Esguinces musculares | • Lesiones ligamentosas | • Traumatismos cervicales |

INTRODUCCIÓN^{1,2}

La actividad física es un estímulo primario en el crecimiento y reparación del sistema musculoesquelético. El ejercicio puede utilizarse como una forma de tratamiento para la recuperación de la función musculoesquelética después de una lesión traumática o una agresión quirúrgica; sin embargo, es también un elemento complejo en el que participa el sistema cardiovascular, las necesidades metabólicas y estructurales de los músculos, la movilidad y estabilidad de las articulaciones y el propio estado psicológico del individuo.

En las afecciones del aparato locomotor se indica frecuentemente la inmovilización como medida terapéutica inicial; las consecuencias de dicha inmovilización sobre músculos, tendones, ligamentos, cápsula y cartílago puede ser nefasta desde el punto de vista funcional. Los cambios se inician afectando a la unidad musculotendinosa, con acortamiento y contractura de ésta, y a los ligamentos, con una disminución de su resistencia; sin embargo, una movilización pasiva controlada precoz puede acelerar la maduración y remodelación de los fibroblastos y disminuir los efectos adversos. Las consecuencias de la inmovilización sobre la masa muscular son bien conocidas; el reposo produce una modificación en el número de sarcómeros con disminución de la fuerza y atrofia muscular, cuya magnitud depende del tiempo y posición de la inmovilización. La inmovilización también produce una pérdida del feedback propioceptivo, así como un empeoramiento de la función cardiovascular, con un incremento de los costes energéticos para las mismas actividades físicas.

Tipos de ejercicio

De todo ello se desprende la importancia de realizar actividad física para la rehabilitación de las lesiones del sistema musculoesquelético; para ello disponemos de diferentes tipos de ejercicios con características específicas.

Los ejercicios **isométricos** desarrollan tensión en el músculo sin cambios significativos en la longitud de las fibras musculares (menos de un 10%); se usa cuando existe inmovilización o para desarrollar fuerza muscular en presencia de una gran resistencia; con este tipo de ejercicio se disminuye la atrofia de la musculatura que ha sido inmovilizada por un yeso. La frecuencia y duración recomendadas son variables; la mayoría de los autores aconsejan como mínimo realizar

contracciones máximas durante aproximadamente 5 s, entre cinco y diez veces al día, tres o cinco días por semana, y en tres diferentes ángulos articulares; puede mejorarse la respuesta muscular realizando estimulación neuromuscular tres o cuatro veces al día con un intervalo de 2 h, la cual además facilita la iniciación de los ejercicios isométricos en la fase dolorosa postraumática o del postoperatorio.

Los ejercicios **isotónicos** se definen como el movimiento de una articulación con una resistencia constante. Hay dos tipos de ejercicio isotónico: concéntrico y excéntrico; el concéntrico consiste en realizar

TABLA 9.1.
Ventajas e inconvenientes del tipo de ejercicio

TIPO	VENTAJAS	INCONVENIENTES
Isométrico	• Fácil realización • Puede realizarse con inmovilización	• Estático: no se puede mejorar la realización • La ganancia de la fuerza es específica del ángulo articular • Ausencia de <i>feedback</i>. • Difícil determinar la contracción máxima
Isotónico	• Su realización mejora la movilidad • Excelente <i>feedback</i>	• Dificultad para determinar fuerza máxima en todo el arco de función motora
Isocinético	• Su realización mejora la función motora • Permite cuantificar cuidadosamente la fuerza • Contracción máxima voluntaria en todo el arco de movimiento	• Requiere un equipamiento costoso • Poco fisiológico
Funcional	• Fácil realización • Ideal para la agilidad y la función motora	

una contracción muscular mientras el músculo se acorta y el excéntrico realiza una contracción muscular mientras el músculo se estira. La cantidad de resistencia recomendada se basa en el peso que puede ser desplazado en toda la extensión del movimiento, sin exceder de 10 repeticiones consecutivas. El mayor inconveniente de este tipo de ejercicio es que no puede realizarse una contracción máxima, y por tanto el programa de ejercicios debe ser personalizado, permitiendo una mejora individual del máximo esfuerzo.

Los ejercicios **isocinéticos** son ejercicios realizados a una velocidad constante predeterminada, para lo cual la resistencia que se ofrece es variable estando en relación con la fuerza aplicada.

Por último queda mencionar los ejercicios **funcionales**, que están ganando popularidad para el restablecimiento de la función de las lesiones del aparato locomotor. Estos ejercicios funcionales, cuya finalidad es la normalización de la fuerza y movilidad mediante ejercicios dinámicos,³ usan frecuentemente varios grupos musculares y tienden a utilizar deportes específicos. Ejercicios de salto de cuerda, de entrenamiento, *paddleball*, baloncesto y bádminton se han utilizado con éxito en la rehabilitación de la rodilla, así como el ciclismo y la natación; en la rehabilitación de la reconstrucción de los ligamentos de la rodilla se usan actualmente actividades como minisquats y trampolín, que son mucho más prácticas y menos caras que los ejercicios isocinéticos, y dan excelentes resultados en la mayoría de los pacientes.

Indicaciones y contraindicaciones

El ejercicio se usa como terapéutica en la rehabilitación de lesiones traumáticas o quirúrgicas del aparato locomotor; sin embargo deben considerarse factores como el nivel de fitness del individuo, la iniciación en los ejercicios de fuerza y movimiento, la protección de los tejidos blandos y la educación del paciente en el plan de tratamiento. Por ejemplo, la rehabilitación en la reconstrucción de un ligamento de la rodilla debe hacerse de tal forma que la fuerza que se transmita al injerto sea mínima, de modo que la extensión activa total contra resistencia de la rodilla esté limitada hasta que no se haya conseguido una correcta incorporación del injerto.

Los ejercicios **isométricos** deben iniciarse inmediatamente después de la lesión o de la cirugía. Están indicados para preservar o aumentar la fuerza muscular cuando hay una articulación inmovili-

zada. No hay contraindicación para este tipo de ejercicios, aunque no logran una mejora de la fuerza muscular conseguida con los ejercicios isotónicos o isocinéticos.

Cuando el paciente pueda realizar contracciones voluntarias y han comenzado los ejercicios isométricos y estimulación neuromuscular, éstos pueden ser reemplazados por ejercicios **isotónicos** o ejercicios de resistencia progresiva. Después de un traumatismo de tejidos blandos es preferible una movilización activa asistida a un estiramiento pasivo. Estos ejercicios están indicados para aumentar la fuerza muscular una vez que se ha mejorado la movilidad articular; sin embargo estarían contraindicados cuando los tejidos blandos no tienen una curación suficiente como para soportar una carga repetida, o si existen alteraciones femororrotulianas. La resistencia inicial debe ser baja e ir aumentando progresivamente; por ejemplo, tras una reparación del ligamento cruzado anterior, los ejercicios cuádricepsales deben iniciarse con menos de 10% del peso corporal, tanto concéntricos como excéntricos. Los tejidos blandos deben protegerse mediante vendajes u ortesis. Habitualmente el grado del movimiento debe ser restringido al principio e incrementarse gradualmente en el período de rehabilitación.

Los ejercicios isocinéticos pueden iniciarse cuando los ejercicios isotónicos se han desarrollado sin dolor, con una carga entre el 10% y el 20% del peso corporal. Una contraindicación para la realización de ejercicios isocinéticos de cuádriceps sería dolor en la articulación femororrotuliana.

En cuanto a los ejercicios funcionales, el ciclismo puede ser iniciado cuando la flexión de la rodilla haya alcanzado 110° y se hayan realizado ejercicios isotónicos de al menos un 10% del peso corporal; el ciclismo debe ser iniciado sin resistencia. La natación es un ejercicio valioso para la constitución muscular y puede iniciarse en fases precoces de la rehabilitación, concomitantemente con el inicio de la movilidad articular. Cuando la curación de las partes blandas sea correcta, pueden ser adecuados el ciclismo al aire libre, la cinta ergométrica o los ejercicios de remo.

DOLOR MUSCULAR³

Después de un ejercicio intenso no habitual, puede que aparezcan unas molestias (agujetas) y un dolor muscular que se agrava

con la contracción activa que aparece de una forma diferida, es el llamado dolorimiento muscular de comienzo diferido (DMCD).

Los síntomas aparecen en las primeras 24-48 h, con un pico de máxima intensidad en el 2-3 día, y van cediendo hacia el 7º día. La clínica viene descrita como dolor a la palpación y a la contracción activa, rigidez, pérdida de fuerza y de movilidad, y aparición de un proceso inflamatorio.

La actividad que provoca más frecuentemente el DMCD son los ejercicios excéntricos.

Para prevenir la aparición de este cuadro se realizará un entrenamiento gradual de una forma excéntrica del grupo muscular que se va a forzar.

Para aliviar el dolor se puede aplicar hielo, realizar estiramientos estáticos y administrar antiinflamatorios.

CALAMBRES MUSCULARES

Este fenómeno es frecuente durante el desarrollo de una actividad física en individuos sanos no deportistas. El músculo más afectado es el tríceps sural y puede producirse durante el ejercicio, pero también en reposo o incluso durante el sueño. Comúnmente están asociados con una serie de factores no relacionados con el ejercicio: excesiva diuresis o sudoración pueden causar una pérdida salina y producir calambres; los pacientes con insuficiencia renal crónica (IRC) en hemodiálisis a menudo presentan calambres musculares. Se ha implicado también alteración de los niveles de calcio y magnesio. En estos casos de alteración iónica puede ayudar la administración de soluciones salinas.

Los calambres pueden ser interrumpidos en ocasiones por ejercicios de estiramiento que comprometen al músculo implicado o contracciones activas de la musculatura antagonista. Medicaciones como el sulfato de quinina o el fosfato de cloroquina parecen ser beneficiosas, sobre todo en los calambres nocturnos; pero el uso de estos medicamentos o del ejercicio como prevención o tratamiento de los calambres no está todavía bien estudiado, y su eficacia es cuestionable.

LESIONES MUSCULARES^{4,5}

En la práctica deportiva es difícil evitar todas las posibles clases de lesiones musculares, pero igualmente se debe insistir en la prevención, puesto que es el verdadero tratamiento. La prevención pasa por un mejor conocimiento anatómico del deportista, así como de sus posibilidades físicas, medidas higiénico-dietéticas, respeto de las reglas de entrenamiento-descanso y de calentamiento, y reconocimiento de los signos de alerta por fatiga muscular.

Las localizaciones más frecuentes son los miembros inferiores (80-90%) sobre todo en los músculos isquiotibiales, cuádriceps y gemelo interno en los deportistas más añosos.

La reparación muscular de la lesión ha de permitir la aparición de una cicatriz que conserve al máximo las propiedades de elasticidad, contractilidad y resistencia de las fibras musculares sanas. Para ello necesitaremos una correcta vascularización (que aporte el oxígeno necesario), inervación y tracción longitudinal (para conseguir una correcta orientación de las nuevas fibras musculares).

Se realizará una corta inmovilización inicial (unos 5 días) para disminuir el hematoma, acelerando la aparición de colágeno I, responsable de la solidez de la cicatriz fibrosa, y evitando la aparición de microrroturas precoces e hipertrofia cicatricial.

Clasificación según el mecanismo de la lesión

Mecanismo directo por causa extrínseca:

Normalmente aparece una hemorragia intersticial que puede ser de grandes dimensiones. Si el músculo está en contracción máxima cuando se le aplica el traumatismo directo (contusión), la lesión puede ser de tal gravedad que aparezca una verdadera rotura del cuerpo muscular.

Contusión:

Puede existir una tumefacción importante. Dolor difuso a la palpación. Movilización activa y pasiva casi imposible por el dolor.

El tratamiento consistirá en un vendaje compresivo, aplicación de hielo y reposo para intentar delimitar el hematoma. Se puede administrar AINE y fisioterapia con ondas cortas. No realizar masajes. Se pueden realizar ejercicios de estiramiento e iniciar la actividad deportiva en relación con la mejoría clínica.

Mecanismo indirecto por causa intrínseca:

El músculo realiza una contracción excesiva no controlada por los antagonistas. Se han descrito factores predisponentes como son: el envejecimiento de las fibras musculares en el deportista adulto, la toma de anabolizantes, un mal calentamiento muscular, etc.

Las lesiones que aparecen son: Contracturas
Elongación (fase 0)
Desgarros musculares (fases I, II, III)
Roturas musculares (fase IV)

TABLA 9.2

LESIÓN	CARACTERÍSTICAS	CLÍNICA	TRATAMIENTO
CONTRACTURA	Más benigna. No hay lesión por acumulación de esfuerzo	Dolor progresivo a la palpación	Reposo
ELONGACIÓN	No hay lesiones macroscópicas	Dolor después de movimiento intenso en músculo con mal calentamiento, o al inicio de la competición	Reposo deportivo Fisioterapia Estiramientos pasivos. Inicio del entrenamiento a las dos semanas
DESGARROS	Existe lesión anatómica con rotura de diferentes fibras musculares. 50% del total de accidentes musculares.	Sensación de rotura después de un movimiento brusco. Tumefacción. Equimosis. Palpación de un punto doloroso	
Fase I	Rotura completa de algunas fibras		Reposo deportivo y compresión. Masajes. Crioterapia. Fisioterapia. Inicio del deporte una o dos semanas después de la normalidad de los tests musculares

TABLA 9.2 (continuación)

LESIÓN	CARACTERÍSTICAS	CLÍNICA	TRATAMIENTO
Fase II	Rotura de un número mayor de fibras musculares. No hay hematoma intramuscular importante. Formación de tejido cicatricial		Reposo y descarga durante una semana. Vendaje compresivo Crioterapia Antiinflamatorios Fisioterapia (onda corta) Trabajo isométrico e inicio del deporte a las 4 semanas de la normalidad
Fase III	Rotura parcial de numerosas fibras musculares. Afectación del tejido conjuntivo. Hematoma intramuscular Riesgo de complicaciones, cicatrización difícil		2-3 días: vendaje compresivo, hielo, descarga, AINE 4-10 días apoyo parcial 11-21 días: estiramientos, fisioterapia 21 días: fase de recuperación, actividad muscular, coordinación, masajes, ultrasonidos 6-8 semanas: inicio del deporte específico
ROTURAS MUSCULARES	Rotura completa de todas las fibras musculares. Afectación del tejido conjuntivo y vasculonervioso	Impotencia funcional total, deformidad muscular	Cirugía: para desbridar hematoma o desinserciones musculares Conservador: tratamiento como en fase III, pero periodos más largos

- **Miositis osificante:** Se trata de una complicación de las contusiones musculares caracterizada por una calcificación u osificación del tejido que está en contacto con la zona lesionada. Se evidencia entre 2 y 4 semanas después del traumatismo y frecuentemente está subyacente al hueso. Esta lesión puede aumentar o ser sintomática hasta la estabilización del proceso; radiológicamente puede semejar un sarcoma osteogénico. Este hueso hete-

rotópico se reabsorbe con el tiempo; la recuperación funcional es posible pero el tiempo de recuperación es largo. No hay un tratamiento específico asociado a las contusiones musculares; debe evitarse la cirugía en una fase precoz porque potencia la formación de hueso, y sólo se considerará a largo plazo cuando no ceden los síntomas.

LESIONES TENDINOSAS

Secciones tendinosas

Después de una reparación tendinosa se precisa un tiempo de inmovilización. Sin embargo estudios realizados por Kleinert⁷ han demostrado que la movilización pasiva controlada introducida de inmediato promueve la reparación disminuyendo las adherencias tendinosas y favoreciendo la reorganización y remodelación de las fibras de colágeno. Por otro lado, otros estudios han demostrado⁸ que la movilización activa precoz que se inicia antes de las tres semanas de la reparación tendinosa no mejora la movilidad posterior e incrementa la tensión a través de las líneas de sutura, formando áreas de isquemia que debilitan la estructura del tendón.

Lesiones por sobreesfuerzo

En la literatura aparecen diferentes nombres para describir afectaciones relacionadas con el sobreesfuerzo que reciben los tendones. Así, hablaremos de:

- **Tendinosis:** Cuando afecta al cuerpo del tendón, presentando microrroturas de las fibras de colágeno que pueden dar lugar o no a nódulos (tendinitis simple o nodular).
- **Peritendinitis o tenosinovitis:** Cuando se inflaman las vainas peritendinosas.
- **Entesitis:** Inflamación en la unión tenoperióstica (hueso-tendón).

En la extremidad superior las lesiones más frecuentes se presentan en el tendón del supraespinoso (asociado o no a tendinitis bicipital) en nadadores, lanzadores y levantadores de peso; los jugadores de tenis y los de golf tienen problemas en el codo, en la inserción de los tendones extensores de la muñeca los primeros y en el tendón del

pronador los segundos; los remeros presentan tendinitis del abductor largo y extensor corto del pulgar. En la extremidad inferior las lesiones más frecuentes se presentan en los corredores y afectan al tendón de Aquiles y tibial posterior; los bailarines presentan típicamente tendinitis del flexor largo del primer dedo y los deportes relacionados con el salto presentan síntomas en el tendón rotuliano.

Referente al tratamiento de las lesiones del tendón y peritendón, la mayoría de las veces las lesiones se resuelven espontáneamente. La medidas terapéuticas incluyen cambios en la práctica del ejercicio, con una menor actividad, evitando los movimientos que producen dolor; los AINE se recomiendan por sus efectos analgésicos y antiinflamatorios. Los ejercicios terapéuticos se prescriben frecuentemente como tratamiento de los síntomas dolorosos; un estímulo adecuado puede ayudar a fortalecer la zona lesionada; se está usando los ejercicios isotónicos excéntricos con resultados prometedores. Por ejemplo, para las lesiones por tracción del manguito de los rotadores se ejercitaría los abductores del hombro y los rotadores externos; por otro lado, en todas las actividades que necesitan movimientos levantando el brazo por encima de la cabeza podría establecerse un programa de ejercicios preventivos.

LESIONES ÓSEAS^{6,7}

Fracturas por estrés

Existen dos tipos.

- **Fractura por insuficiencia:** Se debe a un estrés normal aplicado sobre un hueso anormal con una debilidad de su resistencia elástica (por osteoporosis, raquitismo, etc.).
- **Fractura por fatiga:** Se produce sobre un hueso normal que es sometido a esfuerzo repetitivo. Estas fracturas son las más frecuentes en los deportistas.

Puede llegar a afectar a un 10% de los deportistas, y en los corredores la cifra puede aumentar hasta un 15%.

Las localizaciones más frecuentes son las extremidades inferiores:

- Tibia (en la zona distal o media en los corredores; en los deportes en los que se realizan saltos como el baloncesto o voleibol, en la zona proximal).
- Peroné (en el tercio distal y a veces en el tercio proximal).

Hidden page

- **Tratamiento**

Dependiendo del dolor y la gravedad, se realizará descarga de la extremidad durante 4-6 semanas; no se utilizará para la inmovilización yeso con el fin de evitar rigideces y atrofia muscular.

Se complementa con corrientes alternas sinusoidales de amplitud 3,0 a 6,3 voltios y una frecuencia de 60 khz, desde el diagnóstico hasta la consolidación de la fractura.

COLUMNA VERTEBRAL ^{8,9,10,11,12,13}

El dolor en la columna vertebral tiene una gran incidencia en la población en general así como en los deportistas. Los deportes que más frecuentemente pueden desencadenar dolor de espalda son los que solicitan movimientos de flexión y extensión repetidos, así como movimientos rotacionales. La población deportista femenina sufre con más frecuencia esta patología.

Las causas del dolor pueden ser muy diversas, a menudo desconocidas y diferentes según la edad.

Entre los deportistas jóvenes que padecen dolor de espalda repetidos podemos encontrar como diagnóstico en la mitad de los casos espondilitis/espondilolistesis, hiperlordosis (en la cuarta parte de los casos), así como alteraciones discogénicas, esguinces lumbosacros, etc.

En los adultos encontramos en la mitad de los casos alteraciones discogénicas (degenerativas, hernias), esguinces lumbosacros (25%), estenosis del conducto vertebral, osteoartritis, espondilolistesis... Se han descrito como causantes de dolor lumbar desequilibrios musculares entre los músculos flexores y extensores de las extremidades inferiores.

Muchos de los problemas degenerativos que afectan en la edad adulta son el resultado de sobrecargas en la infancia/adolescencia sobre la placa de crecimiento, carillas vertebrales y discos intervertebrales.

Por ello se tiene que dosificar la intensidad del entrenamiento según la edad de los deportistas, corregir errores del entrenamiento y sobrecargas excesivas sobre columnas vertebrales en crecimiento.

■ Columna cervical

Los traumatismos sobre la columna cervical pueden afectar a múltiples estructuras: hueso, discos intervertebrales, ligamentos, médula

espinal, raíces y nervios periféricos. La variedad de las lesiones comprende desde una contractura muscular hasta una fractura luxación con lesión neurológica permanente. Afortunadamente, en la práctica deportiva habitual las lesiones graves no son muy frecuentes.

Lesiones graves de la columna cervical superior

Estas lesiones comprenden luxaciones atlantooccipitales, fracturas del atlas y luxaciones o subluxaciones atlantoaxoideas. En el primer caso la manifestación más importante es una afectación neurológica y la mayoría de los casos son mortales. Las fracturas del atlas no suelen presentar afectación neurológica, predominando dolor intenso, hiperestesia, contractura muscular paravertebral y limitación rotacional por dolor. En las lesiones atlantoaxoideas, la clínica principal es una tortícolis, que sugeriría estabilidad en ausencia de alteración neurológica.

Lesiones graves de la columna cervical inferior

Habitualmente presentan afectación neurológica, bien signos de lesión medular, que sugerirían inestabilidad de la columna, bien signos de lesión radicular, que serían menos indicativos de inestabilidad cervical.

Lesiones no graves de la columna cervical

Entre este tipo de lesiones incluiremos las lesiones del plexo cervical y los esguinces cervicales.

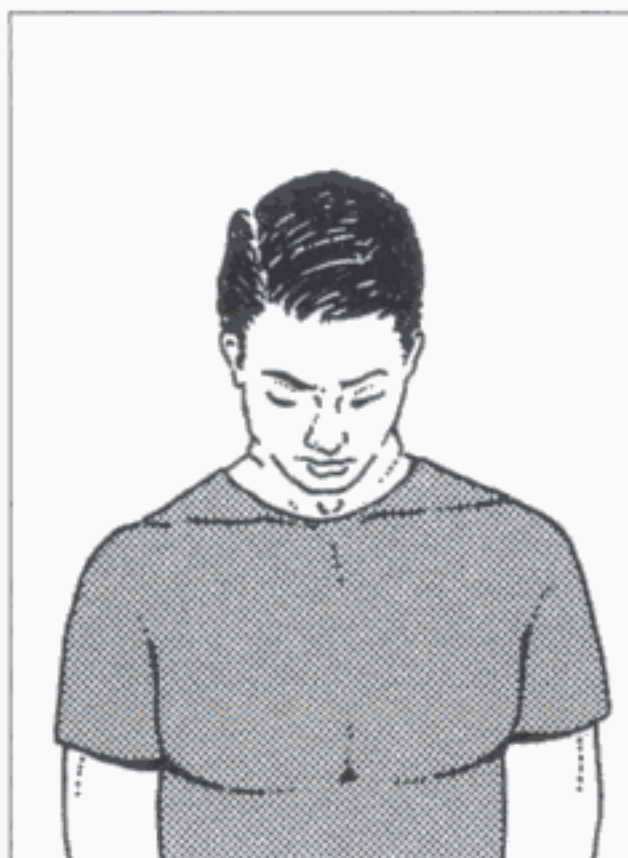
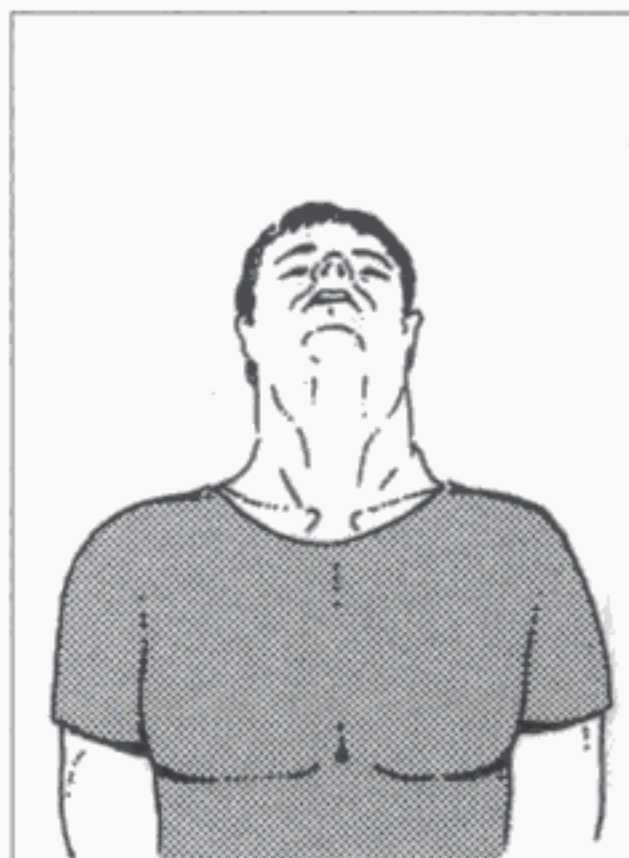
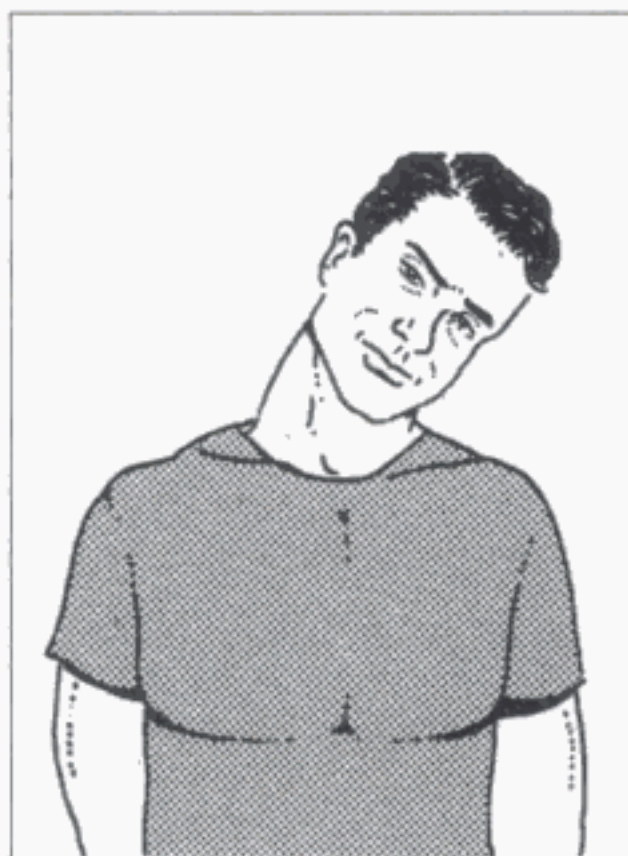
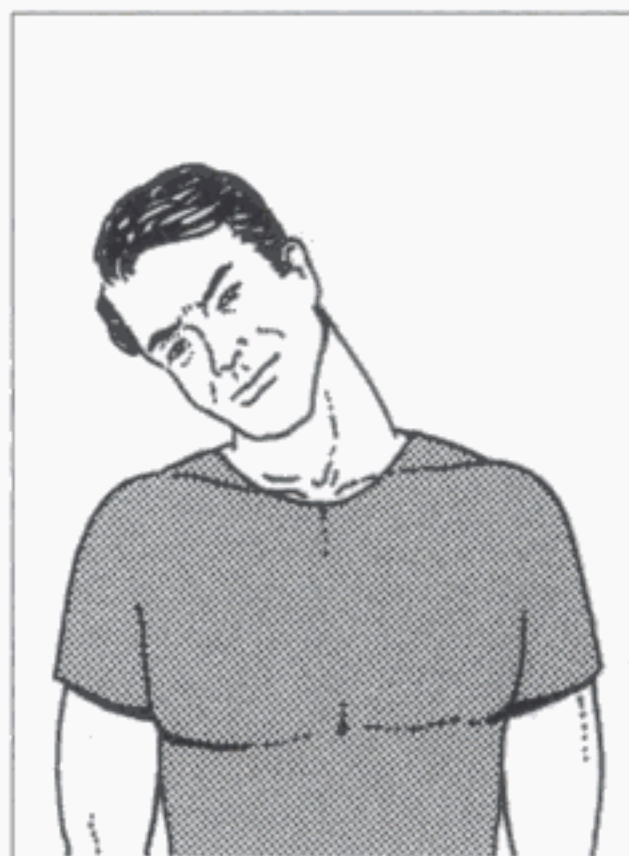
La lesión del plexo braquial suele producirse tras una contusión única o repetida en el hombro; en la práctica deportiva es rara, excepto en el fútbol americano. Según el grado de gravedad se clasifican en: (a) neuropraxia, lesión reversible que se resuelve rápidamente o como máximo en dos semanas, (b) axonotmesis, con interrupción del axón y la vaina de mielina, con una recuperación completa y (c) axonotmesis, con lesión completa y sin recuperación. Existe una lesión específica conocida como *burner syndrome* porque, además de la debilidad y anestesia, se asocia una sensación de quemazón

de todo o gran parte del brazo; el mecanismo lesional sería un traumatismo por tracción que afectaría básicamente a las raíces C5-C6. Para la prevención de lesiones recurrentes de neuropraxia del plexo es necesario un programa de ejercicios continuos de fortalecimiento de la musculatura del cuello y hombro, y un collarín cervical apropiado según la actividad física que se desarrolle.

El esguince cervical se presenta con frecuencia tras un traumatismo indirecto y en la práctica deportiva en los deportes de contacto. Es característico dolor cervical con limitación de la movilidad, pero habitualmente sin dolor irradiado o parestesias. Tanto la exploración neurológica como la radiológica son normales; estas situaciones se resuelven habitualmente de forma espontánea; por ello ante un caso de persistencia de dolor, parestesias o limitación importante de la movilidad debe realizarse nuevamente una exploración física y una radiológica exhaustivas que nos orienten sobre otro tipo de lesiones (figuras 9.1 a 9.6).

Para la rehabilitación de los problemas de la columna cervical es importante la longitud muscular de los flexores anterolaterales del cuello (esternocleidomastoideos y escalenos). La disminución de longitud de estos músculos puede ser simétrica o asimétrica; para explorar estos músculos, por ejemplo el lado derecho, se inclina totalmente la cabeza hacia lado izquierdo y se rota el cuello hacia la derecha. Así tendremos idea del grado de contractura y podremos programar un plan de ejercicios.

En el tratamiento de estas lesiones lo fundamental es restaurar la amplitud del movimiento; para tratar el dolor de cuello es importante la movilización precoz. Técnicas terapéuticas como el frío, el calor o la estimulación eléctrica ayudan a disminuir el dolor, pero no pueden suplir los ejercicios. La restauración de la movilización se logra mediante movilización, elongación y ejercicios activos de amplitud del movimiento. Muchas veces la limitación de la movilidad se debe a un acortamiento de la musculatura anterolateral, por lo que se debe iniciar un programa de estiramiento de ésta. La técnica es realizar una flexión lateral del cuello sin rotación hasta que se produzca una ligera elongación de los músculos; una vez desaparezca la sensación de estiramiento, forzar lateralmente la cabeza un poco más hasta sentir una nueva sensación de estiramiento. Estos ejercicios deben realizarse 4 o 5 veces al día (figuras 9.7 y 9.8).

*Figura 9.1**Figura 9.2**Figura 9.3**Figura 9.4*

Hidden page

Hidden page

de insistir en la realización de éstos, debe restringirse la actividad y su inicio hasta un mínimo de 8-12 semanas, a pesar de estar sin dolor y con una amplitud normal de movimiento. En los pacientes en los que ha sido necesaria una instrumentación vertebral, debe prohibirse la práctica de deportes de contacto, por presentar una importante disminución de la movilidad.

Las fracturas-luxaciones son lesiones producidas por traumatismos de alta energía y se asocian con lesiones medulares en el 85-100% de los casos. El tratamiento se realiza en función de la afectación neurológica y la deformidad y precisa una reducción y fijación interna hay una lesión neurológica incompleta, pero es controvertida la cirugía en un paciente con una lesión completa, aceptándose la colocación de un yeso y la movilización precoz.

■ Columna lumbar

Problemas musculares

Las contusiones musculares pueden ir asociadas a un acontecimiento traumático específico, pero los esguinces suelen presentarse de manera insidiosa y son debidos a microtraumatismos repetidos. Para la evaluación de un esguince, en teoría, la amplitud del movimiento pasiva no debe aumentar los síntomas, mientras que la contracción isométrica sí que produce dolor; sin embargo, en la fase aguda de la mayoría de estos trastornos existe una contracción muscular dolorosa.

Además de diagnosticar la lesión muscular debe iniciarse un tratamiento prontamente. Dicho tratamiento en la fase aguda comprende medidas antiinflamatorias tanto de tipo farmacológico como físico (crioterapia, estimulación eléctrica) y movilización suave articular y de amplitud del movimiento pasiva para evitar la aparición de problemas de hipomovilidad. La estimulación eléctrica sensitiva y la aplicación de hielo durante 20 min reducen los síntomas inflamatorios. Este tratamiento debe ir seguido por ejercicios pasivos de flexión, extensión, rotación y flexión lateral, realizados por el paciente o con ayuda del rehabilitador (figuras 9.9 y 9.10).

El objetivo de estos ejercicios es mantener la amplitud del movimiento, por lo que no se necesitan muchas repeticiones: basta con 5 repeticiones de cada ejercicio 2 o 3 veces al día.



Figura 9.9



Figura 9.10

En la fase subaguda, el objetivo del tratamiento es el mantenimiento de la función muscular: ejercicios contra resistencia y flexibilidad. Después de una contusión es frecuente la pérdida de longitud de un músculo y por ello es necesario un programa de elongación estática tan pronto como el dolor lo permita; antes de la elongación se aplican 10 min de ultrasonidos continuos en la musculatura afectada y después una elongación asistida por un rehabilitador o por efecto de la gravedad (Figura 9.11). El ejercicio activo contra resistencia puede realizarse empleando resistencia manual, pesos libres o aparatos electromecánicos. El programa de ejercicios contra resistencia debe ser progresivo, a no ser que se produzca un empeoramiento de los síntomas del paciente.

Investigaciones recientes sugieren que, tanto entre deportistas como entre la población no deportista, los músculos de la espalda muestran características de fatiga, independientemente de la etiología de la disfunción. Por ello es preciso insistir en los ejercicios de baja carga y muchas repeti-

ciones de la musculatura extensora de la región lumbar.

Durante los estadios agudos debe restringirse la participación en deportes de contacto. Se puede reiniciar una actividad deportiva con protección sobre la zona lesionada; en la mayoría de los casos, la

Hidden page

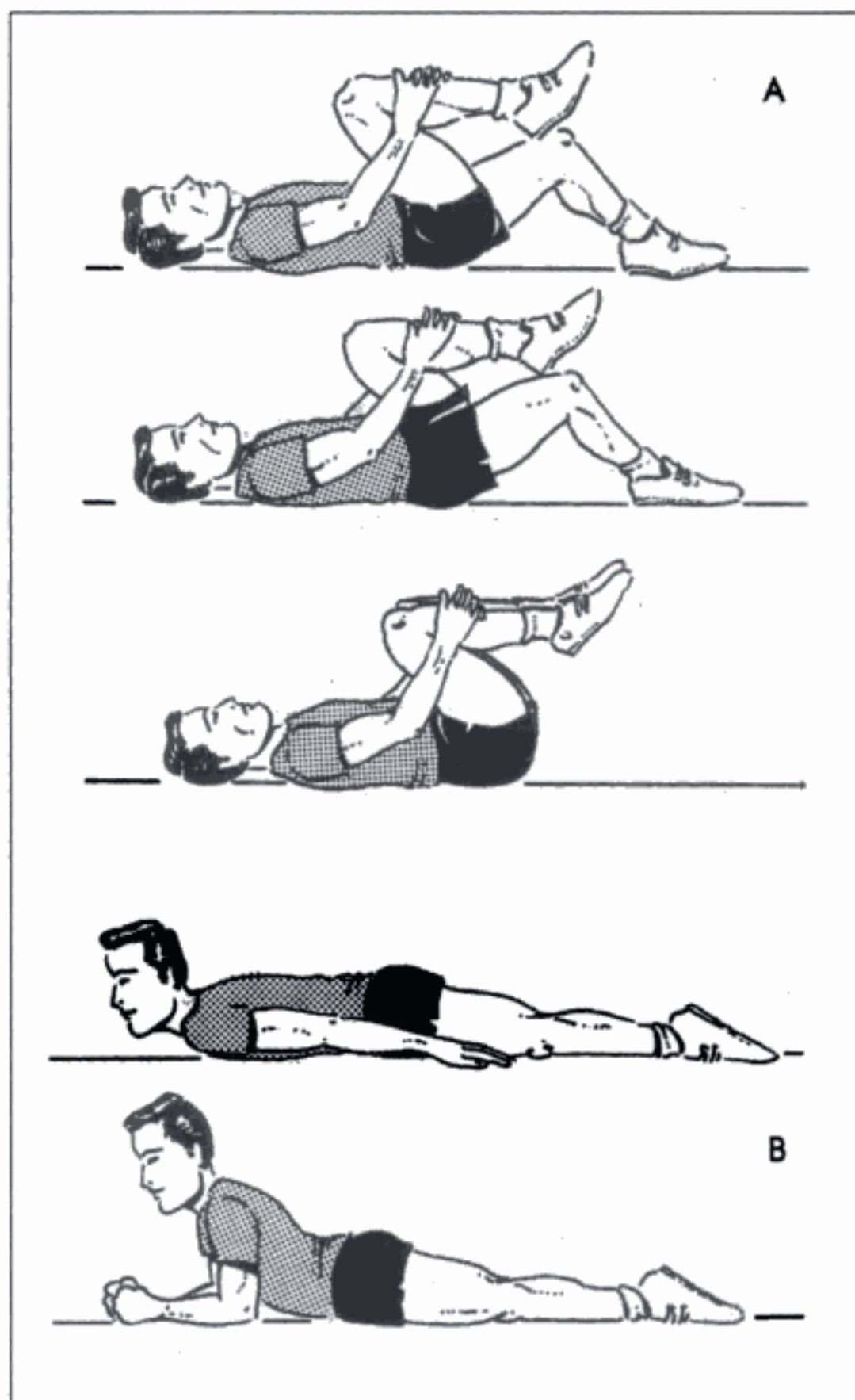
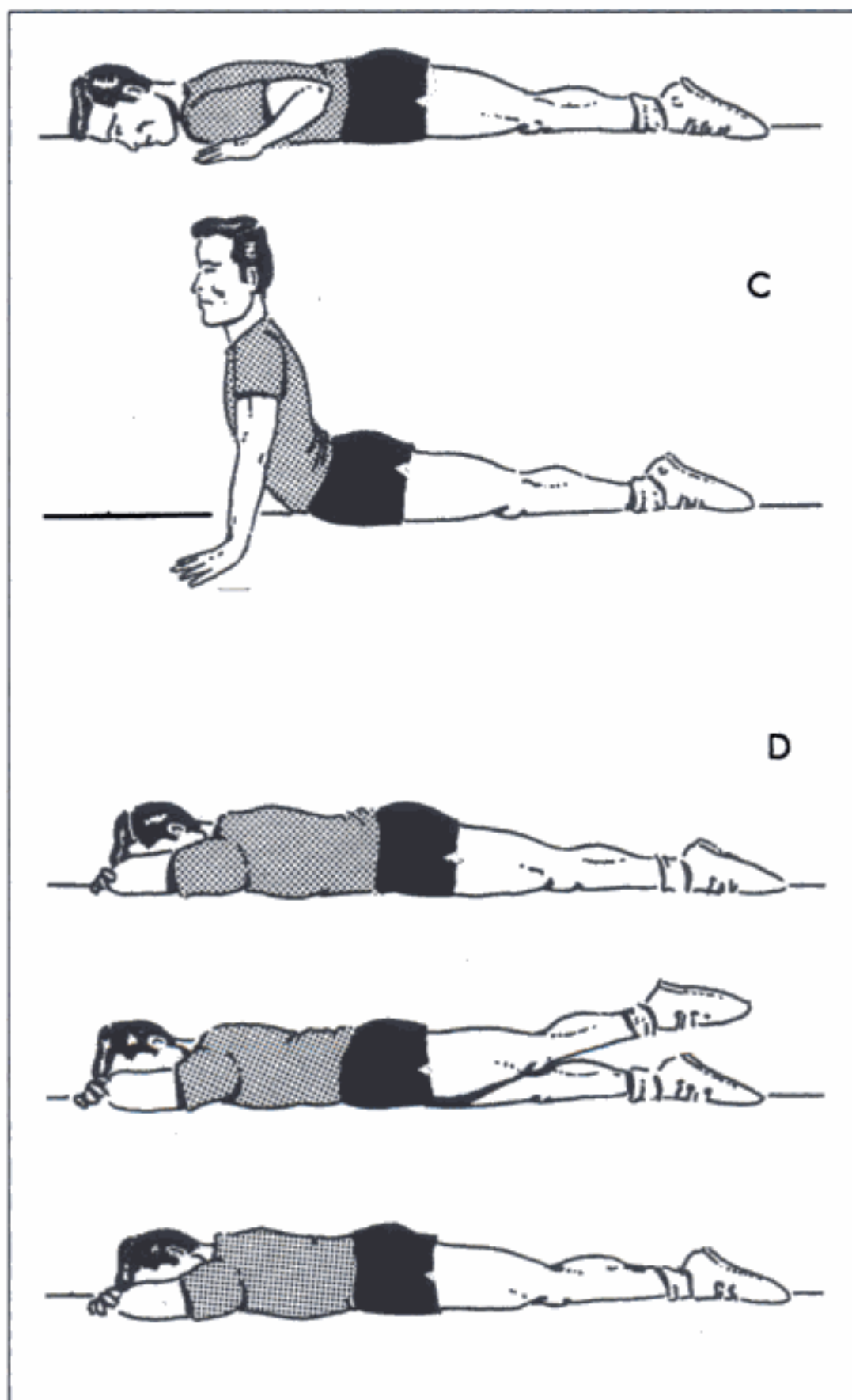


Figura 9.12 a y b

*Figura 9.12 c y d*

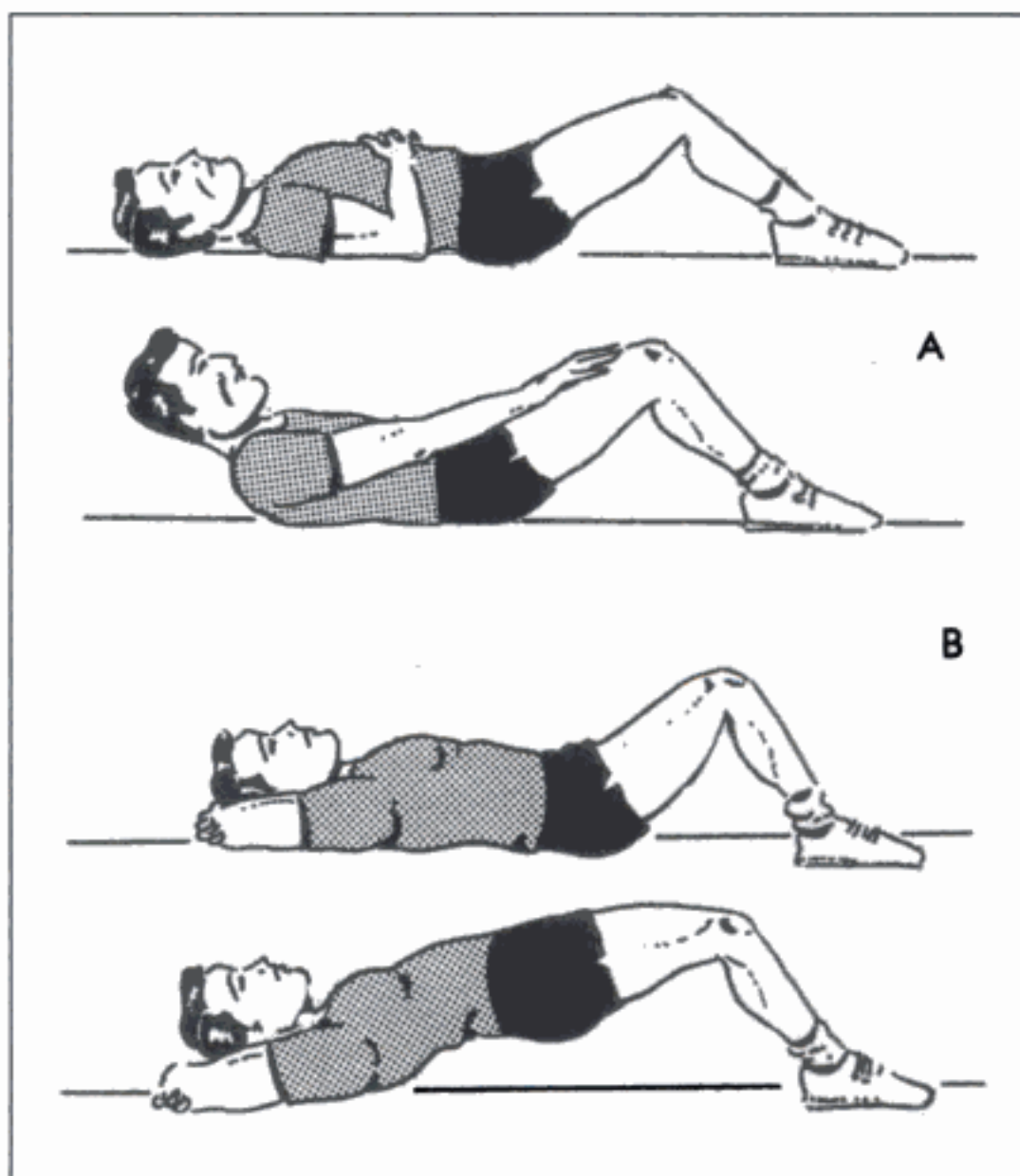


Figura 9.13 a y b

de acondicionamiento cardiovascular mediante bicicleta estática o ejercicios y movilización en piscina. En las fracturas por compresión de menos del 50% el tratamiento es similar, incluyendo inicialmente una ortesis toracolumbar para prevenir el colapso y la deformidad posteriores; esta ortesis se mantendrá entre 4 y 6 semanas, pero en los pacientes con osteoporosis debe mantenerse un mínimo de 12 semanas. Si la compresión es de más del 50% puede precisar instrumentación vertebral; estos pacientes deben evitar los deportes de contacto. En las fracturas por flexión-distracción hay que valorar individualmente tanto su tratamiento como su seguimiento posterior.

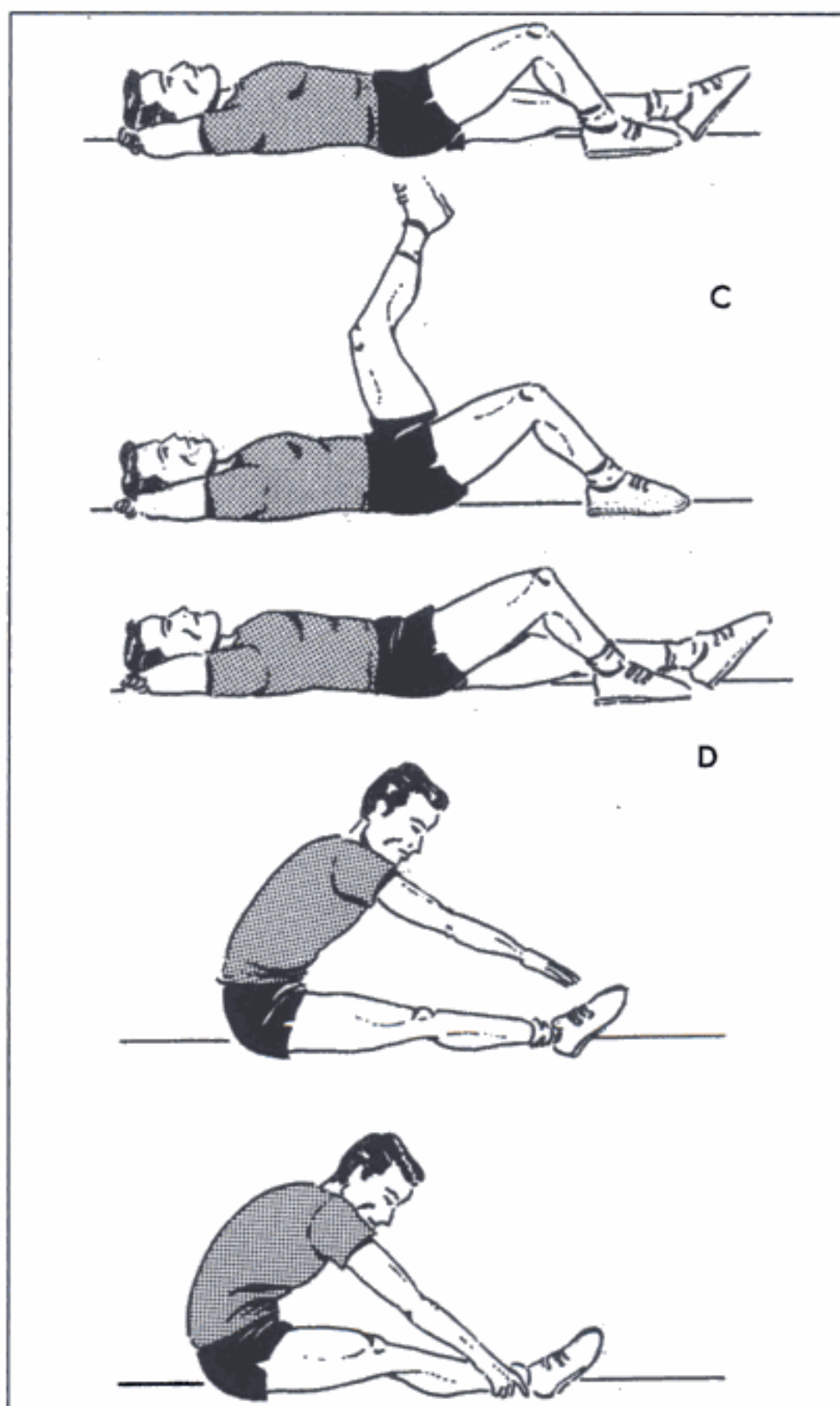


Figura 9.13 c y d

Hidden page

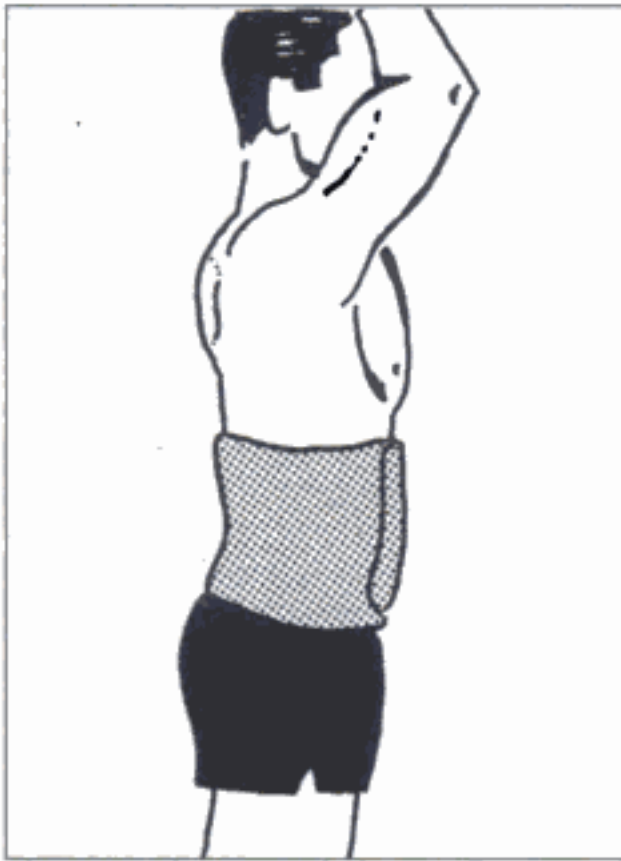


Figura 9.14

deportes son: halterofilia, carreras de obstáculos, lanzamientos en rotación (martillo y disco), remo, vela, motorismo, equitación, ciclismo, saltos de trampolín, esquí náutico y alpino, waterpolo y rugby.

■ **Indiferentes:** Son aquellos en los que los movimientos no son forzados ni se acompañan de choques o cargas, o lo hacen de forma ocasional. Hay que considerar cuando se aplican a un cuerpo en crecimiento si son simétricos (carreras, marcha, fútbol) o asimétricos (esgrima, hockey, tenis, ping-pong, pelota vasca, golf y tiro al arco) por el desarrollo global o unilateral de la musculatura de extremidades y tronco.

■ **Positivos:** Son aquellos que obligan a realizar movimientos vertebrales repetidos; no son necesariamente forzados ni precisan la realización de cargas

continuas, al mismo tiempo que desarrollan un componente simultáneo de estiramiento. Los deportes fundamentales de este grupo son balonmano, baloncesto, voleibol y natación (excepto estilo mariposa).

LESIONES DEL HOMBRO¹⁴

El hombro es una zona anatómica compleja que proporciona una elevada movilidad, y cuya estabilidad depende del equilibrio de múltiples fuerzas musculares. Dentro de este apartado se incluye la rehabilitación de un amplio conjunto de lesiones que engloba desde una bursitis subacromial, un esguince, una lesión del manguito de los rotadores hasta una inestabilidad articular.

La rehabilitación de todos los problemas del hombro debe normalizar la movilidad articular y restablecer el equilibrio entre las fuerzas musculares. Durante los días siguientes a una lesión o durante el postoperatorio inmediato, es preciso controlar cuidadosamente la movilidad, influyendo favorablemente sobre la reparación sin aumentar la inflamación; para ello, se debe movilizar frecuentemente dentro de los límites indoloros en las primeras horas después de la lesión.

Rigidez articular

Este cuadro puede ser secundario a una lesión de la cápsula del hombro o de los tejidos periarticulares. Puede estar en relación con un traumatismo intenso, pero a veces es de poca importancia (p.e. lesión de un dedo). En cualquier caso ocasiona una disfunción del hombro con una inmovilidad relativa del brazo.

Clínicamente esta capsulitis adhesiva provoca dolor de intensidad variable, que va desde dolor en reposo intenso hasta dolor moderado que sólo aparece con el movimiento; este dolor sigue el dermatoma C5 y se extiende por la cara lateral del antebrazo hasta la muñeca. Junto al dolor aparece también restricción articular variable, que se suele compensar con las demás articulaciones del hombro.

El tratamiento inicial puede realizarse mediante técnicas de movilización con movimientos accesorios, que actúan sobre las restricciones de deslizamiento y separación entre las superficies articulares; por ej. en el hombro se realizan movimientos de desplazamiento, asistidos por un rehabilitador, de deslizamiento anterior, posterior, superior e inferior de la articulación escapulohumeral (figura 9.15).

Cuando estas técnicas no ofrecen mejoría se emplean otras técnicas de elongación más agresivas; cualquiera que sea el procedi-



Figura 9.15

miento de elongación, es necesario que se realicen numerosas repeticiones de movimiento activo después del movimiento pasivo. Los patrones diagonales de ejercicio permiten la movilización dentro de un arco de movimiento recuperado (figuras 9.16 y 9.17).

Es importante reeducar al paciente para evitar los patrones disfuncionales de movimiento, por ejemplo, realizar una elevación de la escápula para compensar la pérdida de movilidad glenohumeral.



Figura 9.16

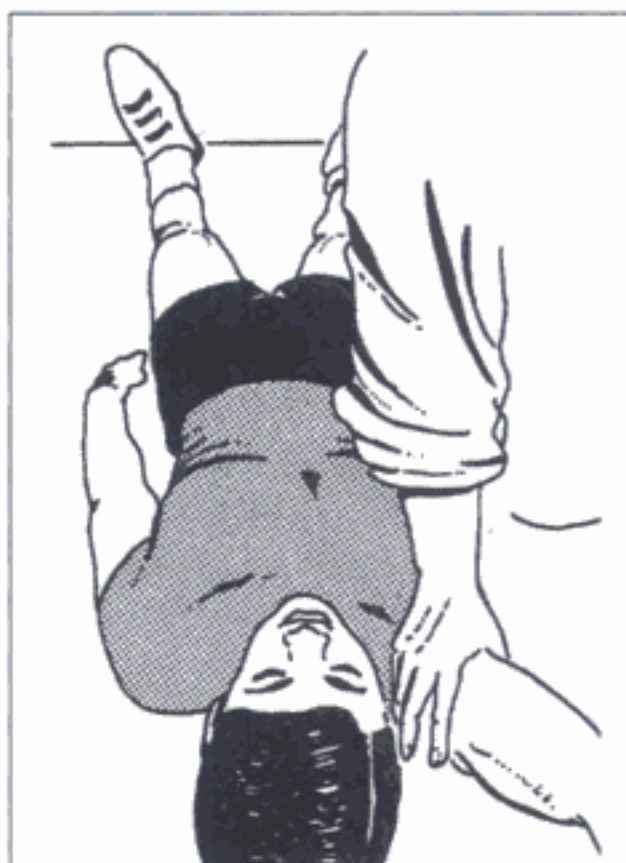


Figura 9.17

Inestabilidad

Después de un traumatismo existe en ocasiones una situación de inestabilidad, que puede significar una lesión de los ligamentos capsulares, rodete glenoideo, manguito de los rotadores o lesiones múltiples. Durante la fase aguda debe realizarse un período de inmovilización que varía según el paciente (las personas más jóvenes tienen más riesgo de nuevas luxaciones y requerirán una inmovilización entre 3 y 4 semanas; las personas mayores de 30 años seguramente no precisarán una inmovilización tan prolongada). Al reanudar el movimiento es importante realizarlo dentro de los ángulos de movimiento no dolorosos, evitando sobre todo la abducción, rotación externa e hiperextensión máximas, hasta que haya una curación y un soporte muscular adecuado. Sin embargo, una movilización demasiado pequeña puede ocasionar una restricción del movimiento importante.

Los ejercicios de rehabilitación deben incluir todos los elementos relacionados con la disfunción, tanto el manguito de los rotadores

Hidden page

Hidden page

mo peso del brazo o mediante movimientos de tipo activo asistido, utilizando una barra sujeta con la mano opuesta para ayudar en los movimientos (figuras 9.21 a 9.25); otras técnicas consisten en usar sistemas de cuerda o polea (figura 9.20). Los ejercicios de elongación se suelen realizar en tandas de 15 a 20 repeticiones, manteniendo la posición de estiramiento máximo durante 5 s, y habitualmente al menos 1 vez al día.

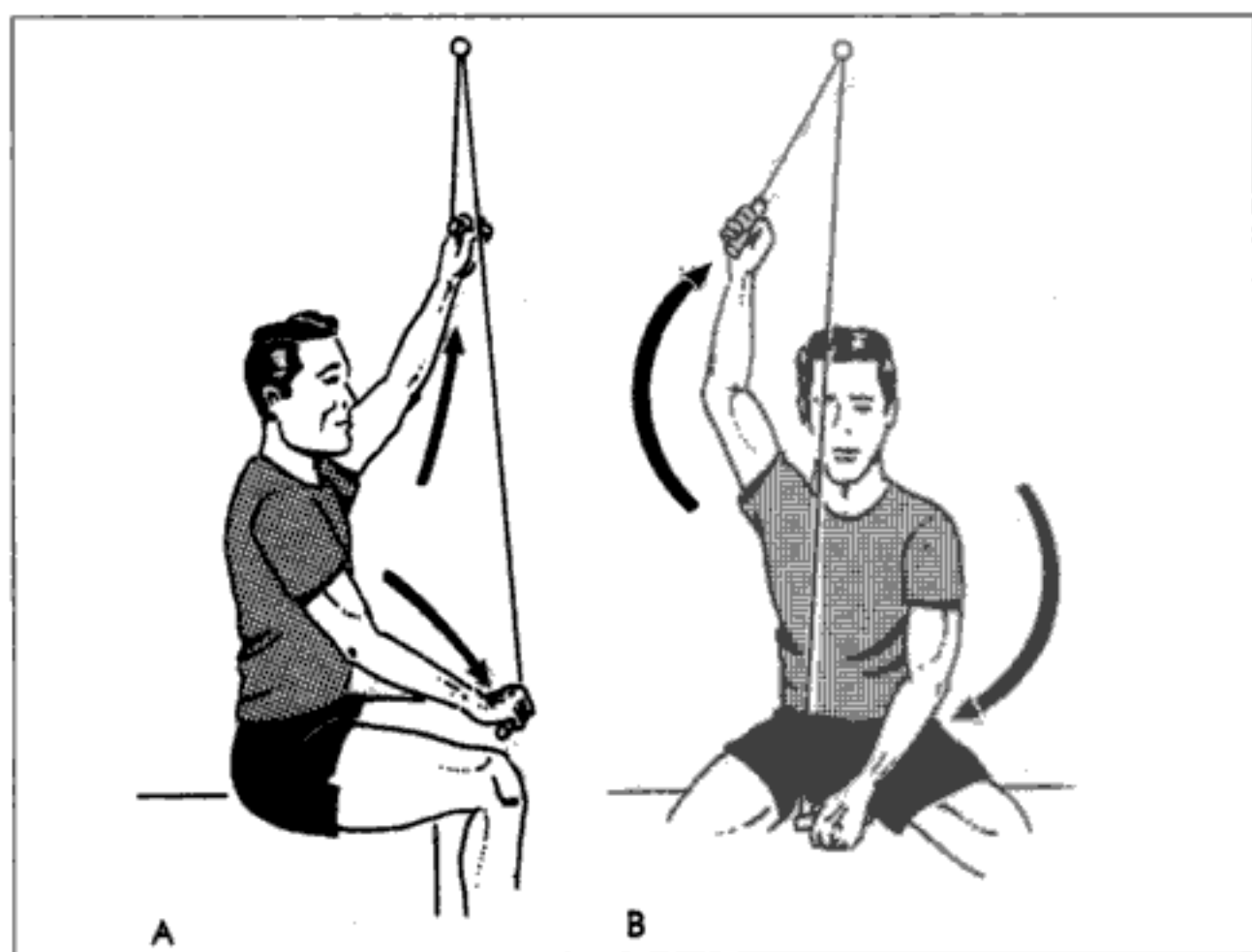


Figura 9.20

Hidden page

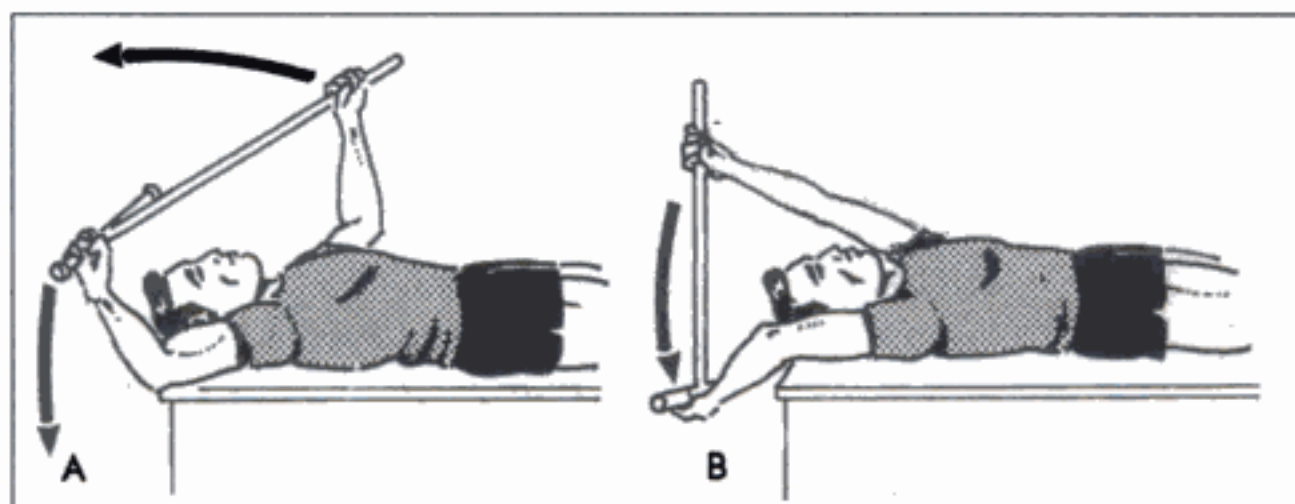


Figura 9.24

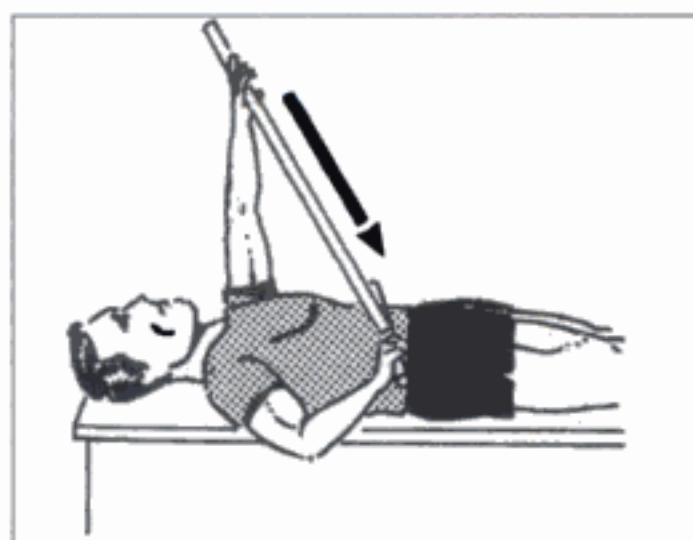


Figura 9.25

Ejercicios de fortalecimiento

Es importante fortalecer la articulación glenohumeral (deltoides, dorsal ancho, pectoral mayor y manguito de los rotadores), así como la escapulotorácica (trapecio, romboides y serrato mayor) y el bíceps. Este fortalecimiento se realiza mediante ejercicios con peso libre contra resistencia progresiva; se puede realizarlos en cualquier sitio varias veces al día y se suele co-

menzar con 0,5 kg de peso realizando 5 series de 10 repeticiones (figuras 9.26 a 9.44).

Según se vaya progresando en la rehabilitación de la articulación glenohumeral se prestará atención a la musculatura escapular; se realizará encogimiento de hombros, protracción y retracción de la escápula, movilizand así articulaciones acromioclavicular y esternoclavicular (figura 9.45).

Es un tema de controversia los ejercicios isocinéticos usados para el fortalecimiento, orientados hacia algunas actividades deportivas muy concretas, que sin embargo permitirían realizar el movimiento a distintas velocidades más próximas a las reales que se emplean en los ejercicios atléticos.



Figura 9.26



Figura 9.27

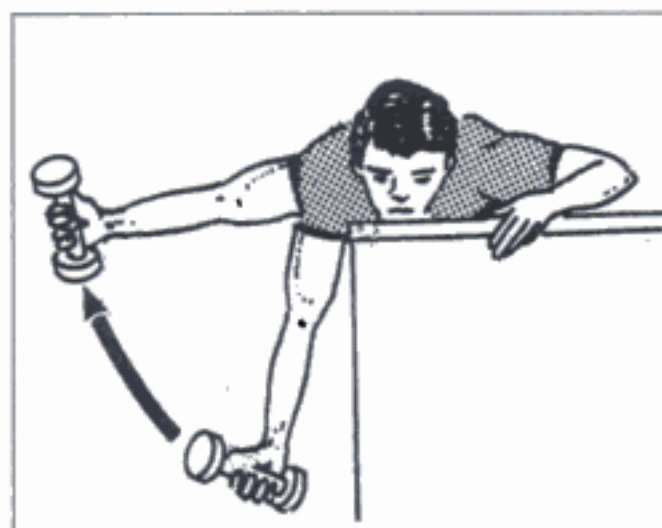


Figura 9.28

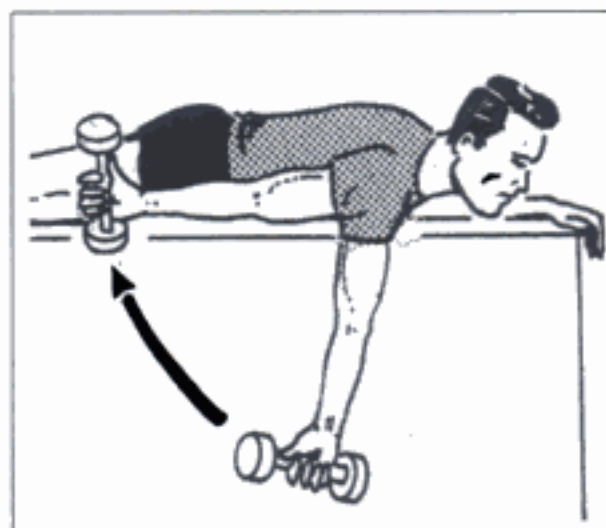


Figura 9.29

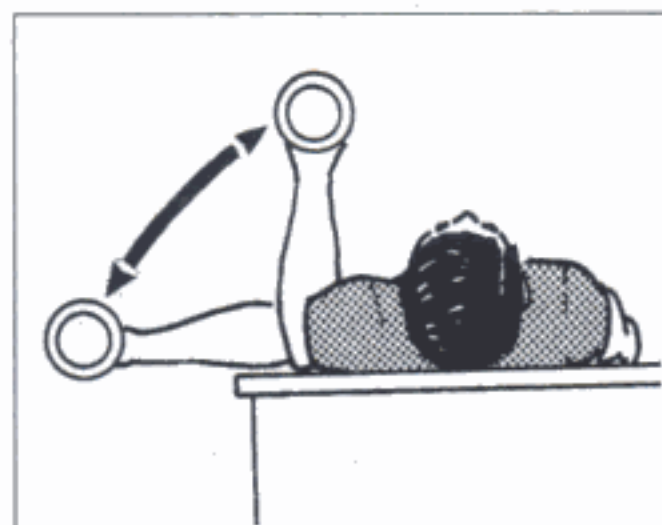


Figura 9.30

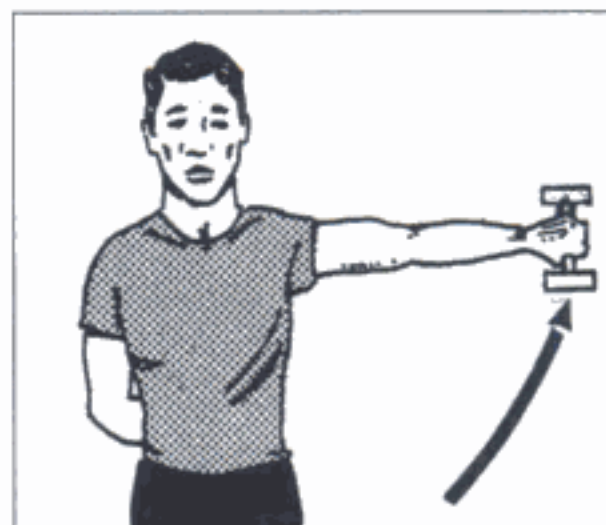


Figura 9.31



Figura 9.32

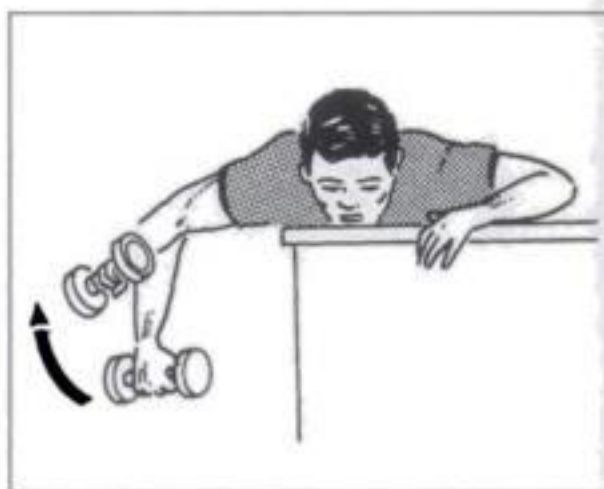


Figura 9.33



Figura 9.34



Figura 9.35

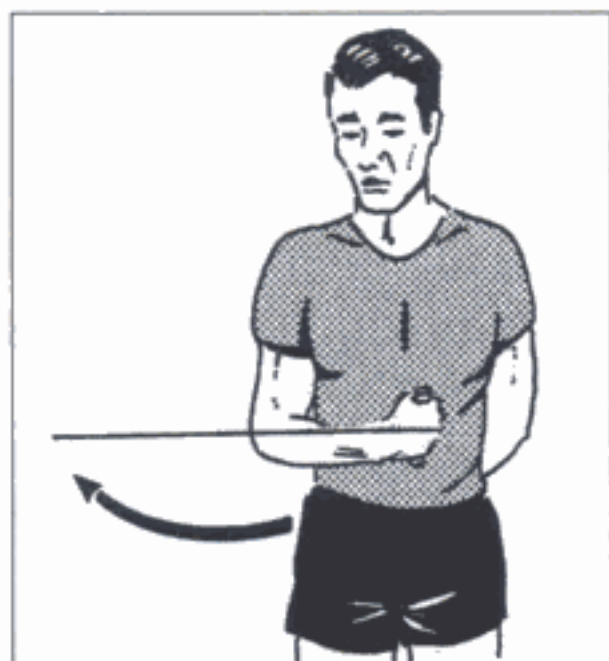


Figura 9.36



Figura 9.37

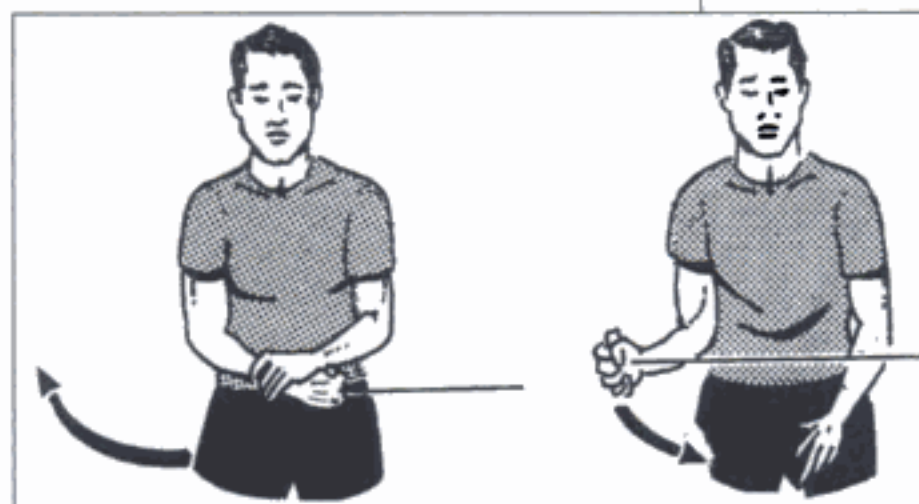


Figura 9.38



Figura 9.39



Figura 9.40

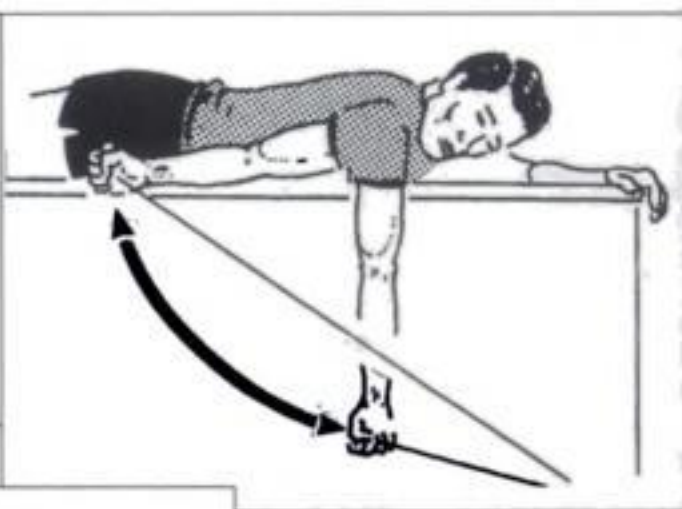


Figura 9.41

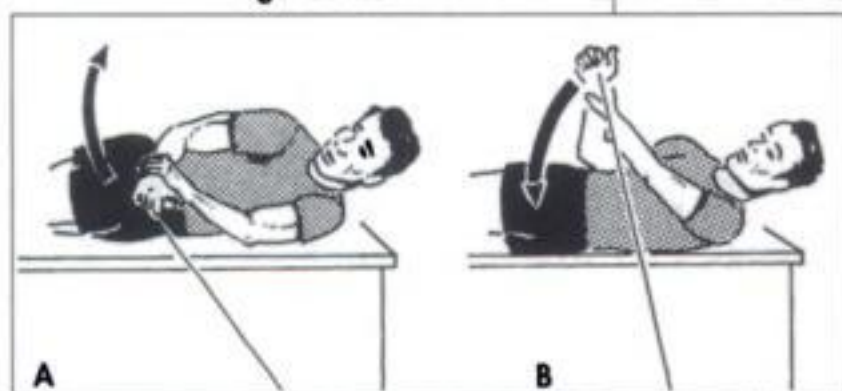


Figura 9.42



Figura 9.44

Figura 9.43

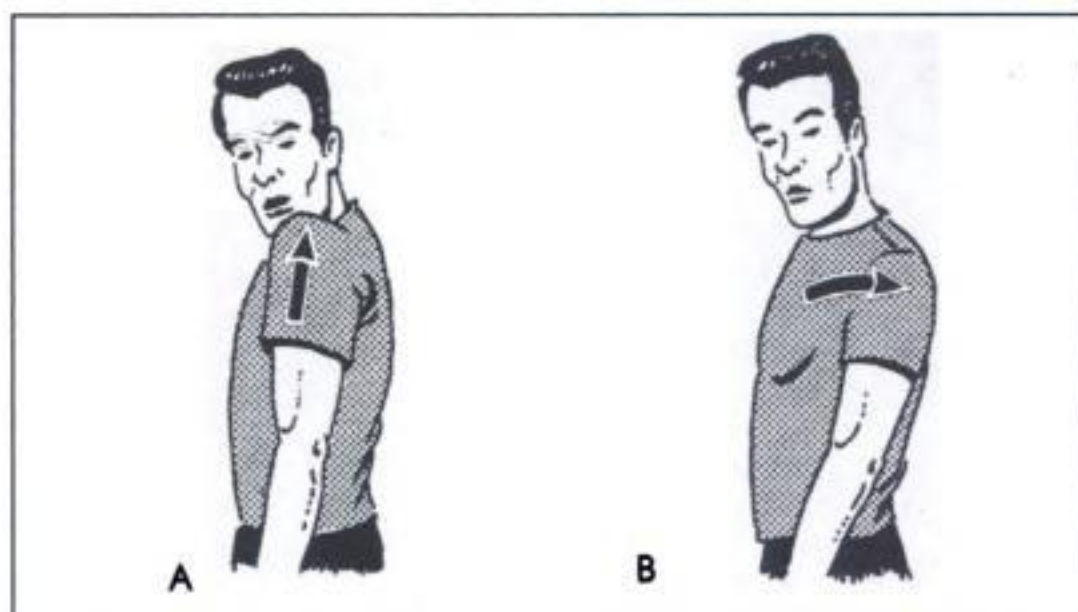


Figura 9.45

LESIONES DEL CODO^{15,16}

En este apartado nos referiremos a un grupo de lesiones de partes blandas del codo, fundamentalmente la epicondilitis y la epitrocleítis, que constituyen, exceptuando fracturas y luxaciones, el 80 % de la patología del codo (tabla 9.3). Están producidas por algún movimiento violento, pero sobre todo debido a sobreesfuerzos repetitivos que agreden esta articulación. En este sentido hay una serie de deportes en los que el sufrimiento del codo es mayor y predisponen a estas lesiones (tabla 9.4).

TABLA 9.3
Deportes en los que más sufre el codo

CODO DEL LANZADOR	CODO DE TENIS O GOLF	OTROS
• Jabalina • Béisbol • Criquet • Balonmano	• Tenis • Bádminton • Squash • Frontenis • Frontón	• Boxeo • Esgrima • Remo • Hockey • Rugby • Motociclismo, etc.

Hidden page

o laserterapia (aunque en este caso debemos retirar el vendaje durante las sesiones), AINE y 3 o 4 aplicaciones de hielo al día durante 15 o 20 min.

Convertiremos el cuadro agudo en uno subagudo o crónico, que es habitualmente el que se presenta en la consulta del médico. En estos casos no es necesario la inmovilización del codo, pero sí es importante que el paciente evite todos los movimientos que le produzcan dolor. Se mantiene la pauta de crioterapia y se puede realizar infiltraciones, hasta cuatro separadas entre ellas por dos semanas, y suspendiéndolas si después de las dos primeras no se ha notado mejoría. Como medidas de terapia física se añade laserterapia y ultrasonidos, pudiendo asociarse, según la prolongación del cuadro, magnetoterapia y microondas o corrientes antálgicas e iontoforesis.

En el momento en que el dolor ha desaparecido y la movilidad del codo no lo reactiva debe empezarse un programa de ejercicios. Previamente se realizan baños del codo y antebrazo con agua caliente durante 15 min; a continuación se realizan ejercicios isométricos con los supinadores y extensores del carpo y dedos, manteniendo la contracción durante 5 s, con pausas de 10 s (figura 9.46).

Cuando el paciente es capaz de realizar estos ejercicios sin dolor se pasa al movimiento contra resistencia, levantando una pesa de 250 g y aumentando progresivamente de 500 en 500 g hasta un máximo de 2 kg, prolongando el tiempo de esfuerzo y realizando el trabajo durante 15 min (figura 9.47). Cuando se pueda trabajar con

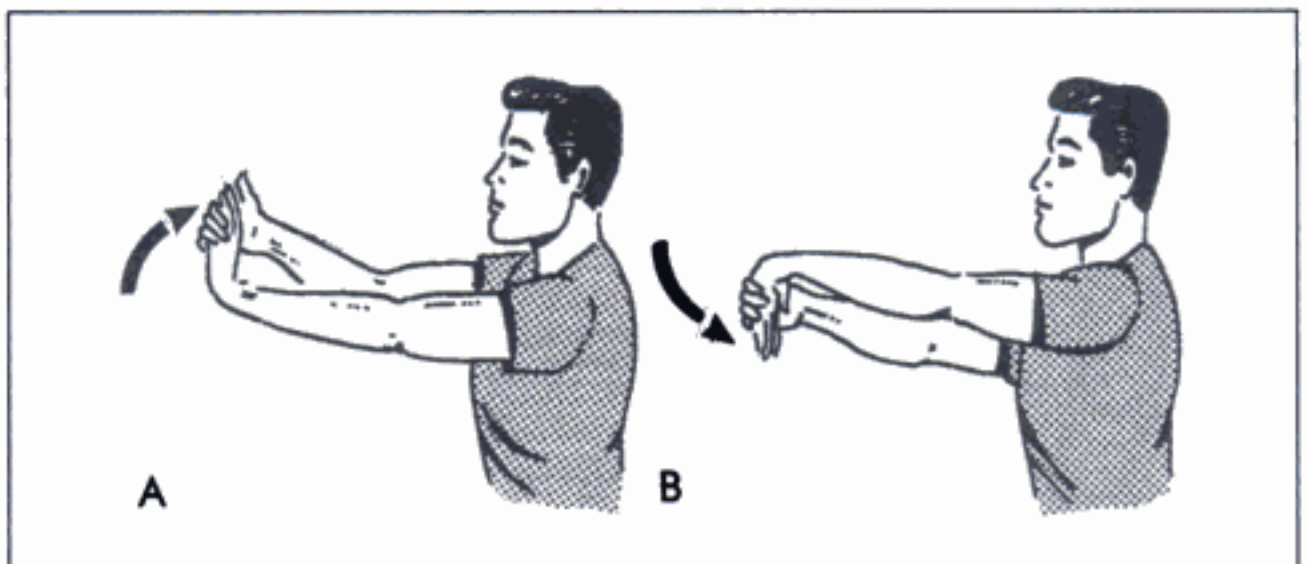
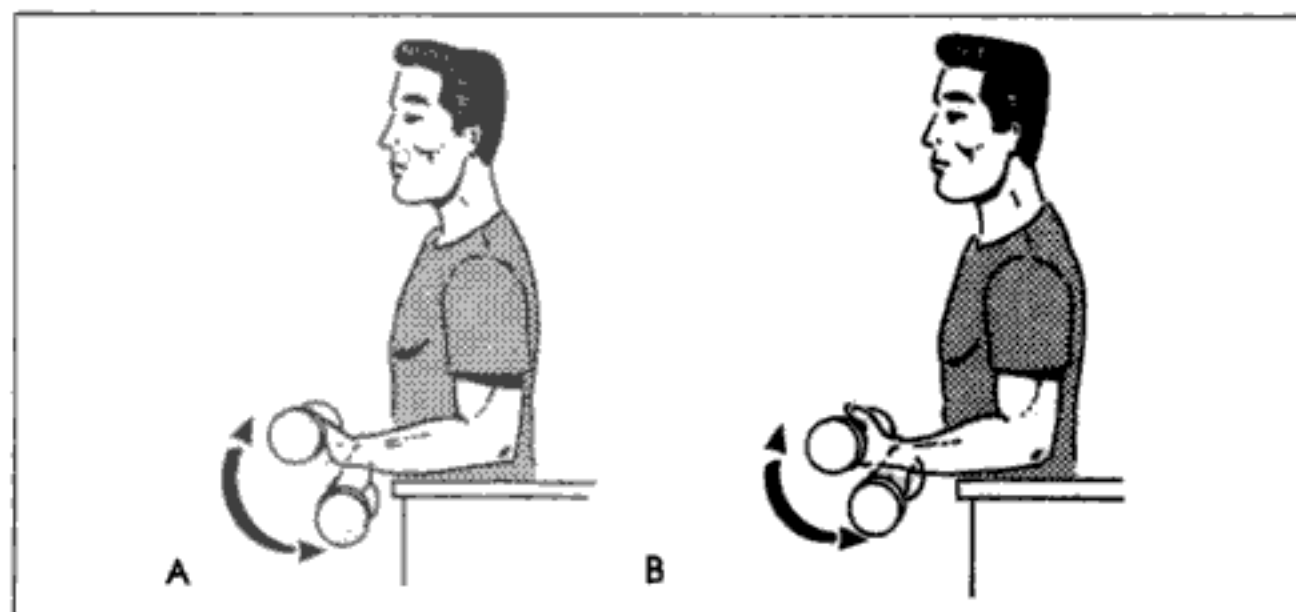


Figura 9.46

*Figura 9.47*

2 kg de peso durante 15 min, se añade puño y rodillo de pared, regulando la resistencia y el tiempo en función de la aparición o ausencia de dolor. Una buena técnica complementaria consiste en hacer oscilar un peso del brazo afecto, que va sostenido por un palo a través de una cuerda; se sujeta el palo con la mano y se balancea el peso, comenzando por 500 g y 20 oscilaciones, y aumentando hasta 2,5 kg y 40 o 50 oscilaciones. En los trabajadores manuales es bueno practicar retorciendo una toalla. Se acaba la sesión con un masaje profundo y aplicación de frío durante 20 min después del masaje o, si no se ha hecho éste, al acabar el ejercicio.

Cuando este programa sea bien tolerado, debe comenzarse el reentrenamiento del esfuerzo, que en una persona que practique el tenis consistirá en golpear la pelota con golpes de revés durante 5 min.

Prevención de la epicondilitis

Para evitar las lesiones en el codo es preciso tener un equilibrio entre las fuerzas flexoras y extensoras del brazo dominante. El tenista debe elegir una raqueta de peso y calibre de empuñadura adecuados, evitando modelos que vibren mucho; lograr una buena técnica de revés; mantener el codo caliente, y calibrar el tiempo idóneo de ejercicio. En el mundo laboral, el tratamiento es rehabilitador y como prevención debe haber un cambio de hábitos al realizar las

Hidden page

Hidden page

celular; en esta fase cabe iniciar la realización de ejercicios, aplicando hielo inmediatamente después.

El objetivo de los ejercicios en las lesiones por sobrecarga es permitir la reanudación de la actividad normal, evitando la atrofia, disfunción y pérdida de movilidad después de un período de inmovilización. Después de la fase aguda se inician ejercicios pasivos de elongación lenta y constante, manteniendo dicha elongación durante 30-60 s, y se repite 3 veces. A continuación se realizan ejercicios de fortalecimiento mediante ejercicios isométricos; inicialmente se ejerce una fuerza de 40-50% y según remiten los síntomas se aumenta la resistencia aplicada isométricamente. Los ejercicios deben realizarse con la articulación mantenida en varias posiciones durante intervalos de 6-8 s. Posteriormente se inician ejercicios isotónicos realizados con carga máxima sin dolor, siendo una pauta aceptada 3 series de 10 repeticiones; cuando los ejercicios son tolerados en todo el arco del movimiento sin signos de reacción tisular, se va aumentando el peso progresivamente. Una vez restaurada la fuerza muscular excéntrica puede iniciarse los ejercicios isocinéticos si es necesario.

LESIONES DE LA CADERA Y LA PELVIS^{18,19}

Contusiones

Debidas a golpes directos, habitualmente son lesiones menores que ceden con tratamiento sintomático en pocos días. Sin embargo, por la anatomía de la pelvis, las contusiones pueden ser superficiales sobre las superficies óseas subcutáneas o profundas, entre las grandes masas musculares; a veces aparecen importantes hemorragias que ocasionan incapacidad. Una contusión profunda con una hemorragia importante puede tener como complicación posterior una miositis osificante.

El tratamiento inmediato debe controlar la hemorragia profunda mediante hielo, reposo y compresión; debe evitarse el calor local y masajes durante las primeras 48 h por aumentar la hemorragia, así como los AINE por su efecto sobre la coagulación. Posteriormente se iniciarán ejercicios de rehabilitación para el mantenimiento de la flexibilidad, combinados con ejercicios de estiramiento para combatir el espasmo muscular, atrofia difusa y disminución de la amplitud articular.

Miositis osificante

La miositis osificante es una lesión reactiva que ocurre tras un traumatismo de tejidos blandos y periostio, sobre todo en la zona de inserción del músculo en el hueso. Clínicamente hay una masa dolorosa palpable, acompañada por una pérdida progresiva de movilidad; radiológicamente tal vez no se observe nada hasta pasadas varias semanas, por lo que el diagnóstico es de sospecha clínica.

El tratamiento consiste en reposo y deambulación protegida con muletas. Debe evitarse el masaje y la manipulaciones violentas por aumentar el hematoma y la calcificación posterior. Hay que mantener el reposo hasta que desaparezca el dolor; después de la inmovilización, la pérdida de movilidad de la cadera puede ser importante, por lo que la rehabilitación debe consistir en ejercicios de estiramiento activo y ejercicios de fortalecimiento. Los estiramientos pasivos deben ser evitados hasta los 4-6 meses (figura 9.48).

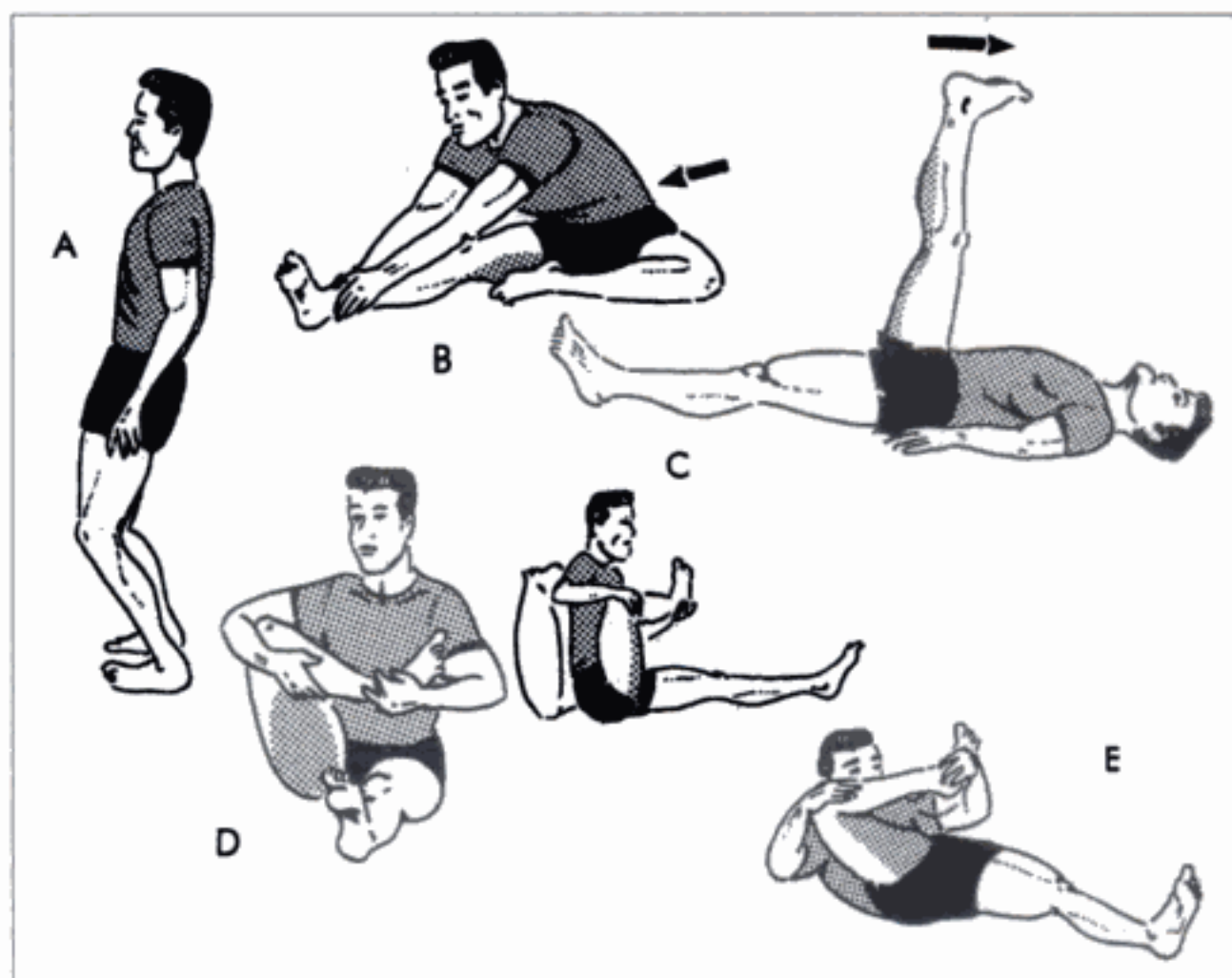


Figura 9.48

La escisión quirúrgica del hueso heterotópico no suele estar indicada a menos que los síntomas persistan después de 9-12 meses y la lesión se haya estabilizado.

Lesiones musculares

En la cadera y pelvis se insertan una serie de masas musculares (abdominal, glúteos, aductores, psoas ilíaco) que pueden ser lesionadas fácilmente; el mecanismo lesional más frecuente es una contracción muscular violenta simultáneamente a un estiramiento. Habitualmente, el tratamiento y rehabilitación más aceptado, sigue unas fases que se muestran en la tabla 9.5.

En la 1ª fase el objetivo es reducir el hematoma, la tumefacción y la inflamación mediante reposo, crioterapia (20 min cada hora) y vendaje compresivo, evitando el AAS y los AINE por sus efectos

TABLA 9.5
Directrices para la rehabilitación de lesiones musculares

FASE	OBJETIVOS	TRATAMIENTO	TIEMPO
Primera	Reducir dolor, inflamación y hematoma	Reposo, crioterapia y vendaje compresivo	48 a 72 horas
Segunda	Recobrar la amplitud del movimiento	Movilidad pasiva, calor, ultrasonidos y estimulación eléctrica	72 horas 1 semana
Tercera	Incrementar fuerza, flexibilidad y resistencia	Ejercicios isométricos y bicicleta estática	De 1 a 3 semanas
Cuarta	Incrementar fuerza y coordinación	Ejercicios isotónicos e isocinéticos	De 3 a 4 semanas
Quinta	Retorno a la competición	Entrenamiento específico	De 4 a 6 semanas

sobre la coagulación; esta fase debe mantenerse hasta que desaparezca el dolor, más o menos entre 2 y 3 días. En la 2ª fase se pretende recobrar la movilidad evitando las contracturas musculares y la atrofia; se inician movimientos activos, y pasivos suaves, dentro de los límites de la movilidad sin despertar dolor; son beneficiosos el calor local, los ultrasonidos y la estimulación eléctrica, así como la administración de antiinflamatorios y el uso de muletas para proteger la deambulación. En la 3ª fase, libre de dolor y espasmo muscular, se intenta mejorar la fuerza, resistencia y flexibilidad, realizando ejercicios isométricos en varios ángulos de la articulación; la bicicleta estática es muy útil tanto para la flexibilidad de la pierna afecta como para el mantenimiento del estado cardiovascular. En la 4ª fase el objetivo es aumentar la fuerza y coordinación musculares y se inician los ejercicios de resistencia dinámica, realizados bajo supervisión, ya que un incremento de fuerza excesivo favorece la recaída. Se efectúa terapia física aplicando calor antes de hacer los ejercicios y frío después de realizarlos.

Fracturas y luxaciones

El espectro de las fracturas de la pelvis es muy amplio y varía desde una simple avulsión ósea hasta una fractura inestable del anillo pélvico. Cada tipo de fractura tiene unas implicaciones específicas en cuanto a los traumatismos asociados, el tratamiento y el resultado.

Sinovitis transitoria

Este cuadro es la causa más frecuente de dolor de cadera en los niños. Su etiología no está aclarada, aunque se han propuesto causas infecciosas de origen vírico, alérgicas y traumáticas.

Clínicamente se observa cojera y limitación de la movilidad debido al dolor. Radiológica y analíticamente hay normalidad y la única precaución es descartar otras alternativas diagnósticas (artritis séptica, enfermedades reumáticas). El tratamiento consiste en reposo, tracción cutánea con ligera flexión de la cadera y tratamiento analgésico, remitiendo el cuadro en 24-48 h. Una vez que haya disminuido el dolor, se puede reiniciar la actividad normal, que será total en 2 semanas, sin precisar ningún tratamiento rehabilitador.

Hidden page

Hidden page

Hidden page

Hidden page

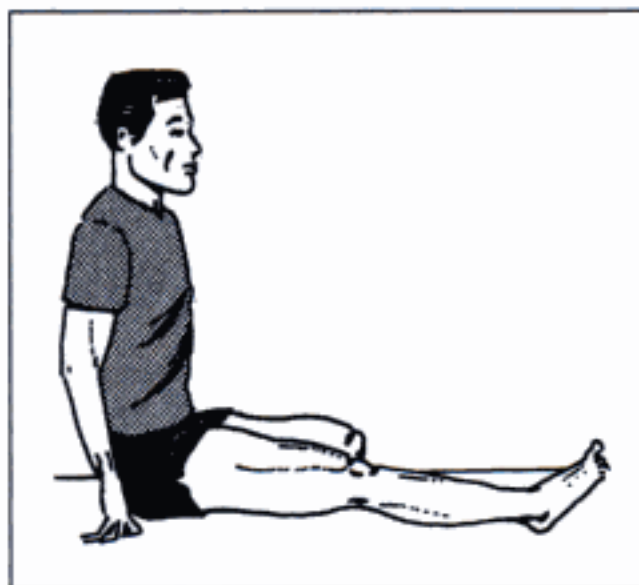


Figura 9.53

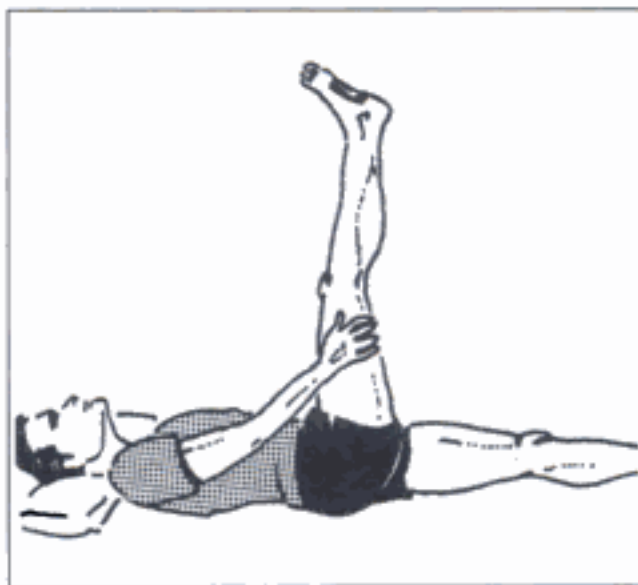


Figura 9.54

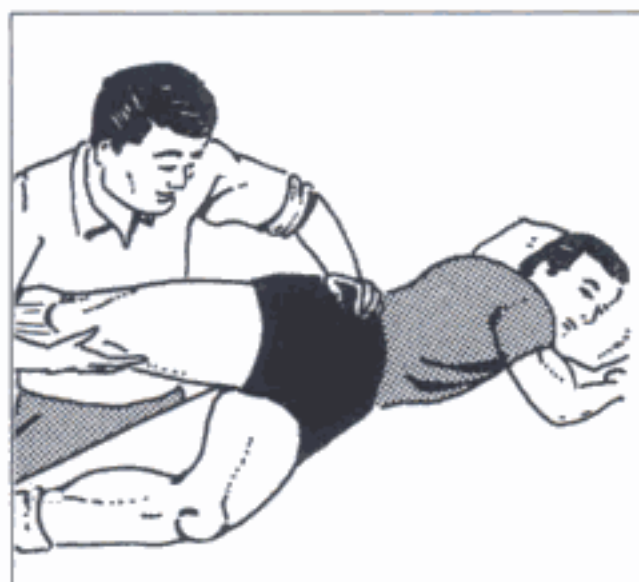


Figura 9.55

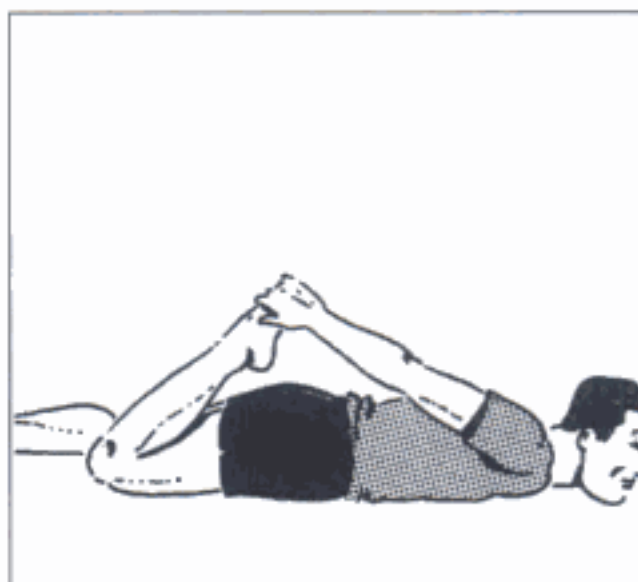


Figura 9.56

LESIONES DE LA RODILLA²⁰

Dada la complejidad anatómica y biomecánica de la rodilla, nos encontramos con múltiples lesiones en esta articulación, tanto de carácter traumático como degenerativo, que precisarán la valoración del ortopedista, en unas ocasiones indicando un tratamiento conservador y en otras indicando un tratamiento quirúrgico. A esto se suma el hecho de la enorme popularidad de prácticas deportivas entre los aficionados, lo cual hace aumentar notablemente las lesiones en la extremidad inferior y particularmente en la rodilla.

Este apartado está enfocado hacia las medidas de rehabilitación y terapéutica mediante ejercicios de las lesiones de la rodilla, de una manera global, sin especificar las distintas patologías, ya que es común a la mayoría de ellas una serie de déficits fisiológicos, primarios o secundarios (a una inmovilización prolongada o a cambios posquirúrgicos) que se benefician con este tipo de tratamiento físico.

Inflamación

Una rodilla inflamada presenta en muchas ocasiones líquido intrarticular, hemático o inflamatorio, que producirá dolor e impotencia funcional según la intensidad de la lesión. Uno de los métodos más eficaces de tratar esta inflamación es realizar una artrocentesis.

Otros métodos para combatir la hinchazón son la crioterapia, el vendaje compresivo, la estimulación galvánica y las bombas de compresión. La crioterapia, como norma general, se aplica con hielo en intervalos de 20 min después de las sesiones de ejercicios, sobre todo los destinados a ganar amplitud articular. Se emplean masajes con hielo, bolsas frías u otros elementos de crioterapia; la ventaja de este método es su fácil aplicación por el paciente en su domicilio.

Amplitud del movimiento

Extensión

La rodilla debe extenderse hasta la posición neutra o de 0 grados. El mejor tratamiento de las contracturas en flexión es el preventivo. La manera de evitarlas es permitir la movilización de la rodilla lo antes posible; durante el tiempo de inmovilización parcial o total, habitualmente es posible realizar movimientos pasivos suaves de la rodilla con cuidado extremo en los casos de compromiso de las superficies intraarticulares, reparaciones meniscales o incluso una reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA). Otra posibilidad la constituye el empleo de movimiento pasivo continuo (MPC) sobre todo para disminuir el dolor y la inflamación en la fase posquirúrgica inmediata.

En una contractura crónica las técnicas empleadas deben ser más agresivas aplicando el rehabilitador o el propio paciente una fuerza

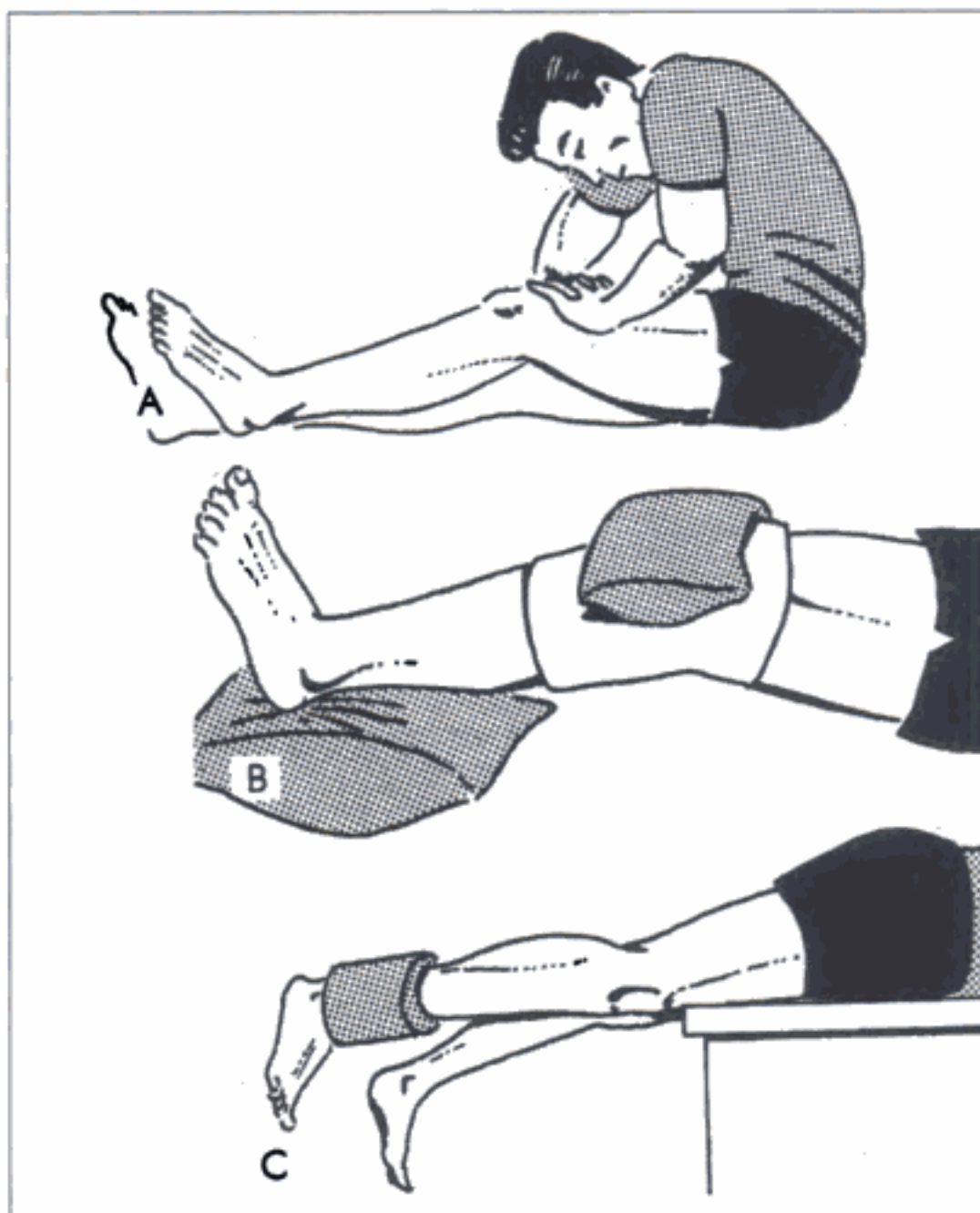


Figura 9.57

mayor, aunque esto no sea siempre posible (figura 9.57). No es correcto aplicar una fuerza de extensión aplicada directamente sobre la rodilla, con la contrafuerza en el talón, porque la extensión real es escasa y se producirá un dolor intenso en el interior de la rodilla; sin embargo, resulta útil colocar la contrafuerza sobre la tibia induciendo una rotación y un desplazamiento anterior de la tibia con respecto al fémur (figura 9.58). Por lo general se tolera mejor fuerzas de menor amplitud aplicadas durante extensos períodos de tiempo que fuerzas de mayor intensidad en poco tiempo.

Hidden page

Hidden page

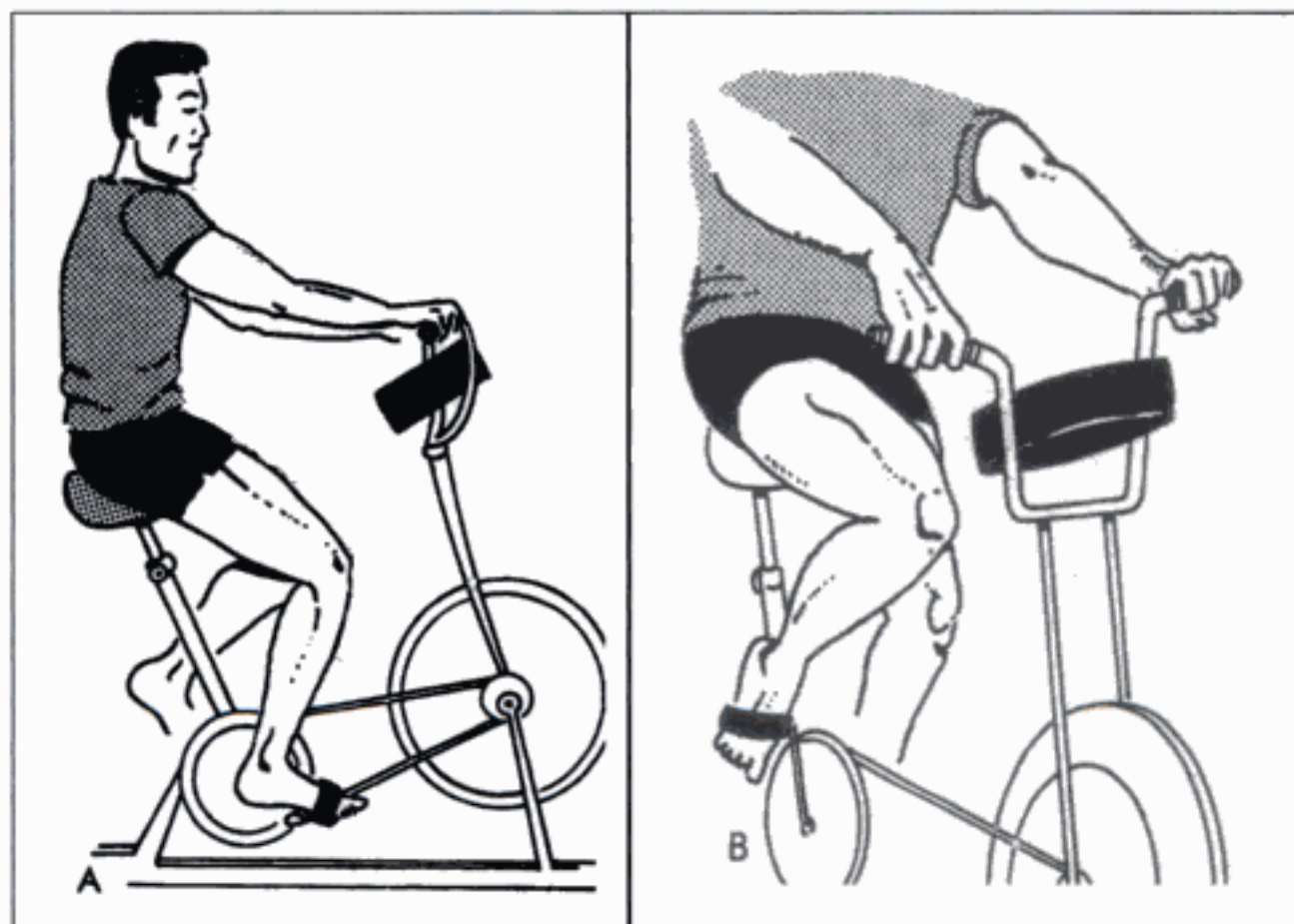


Figura 9.61

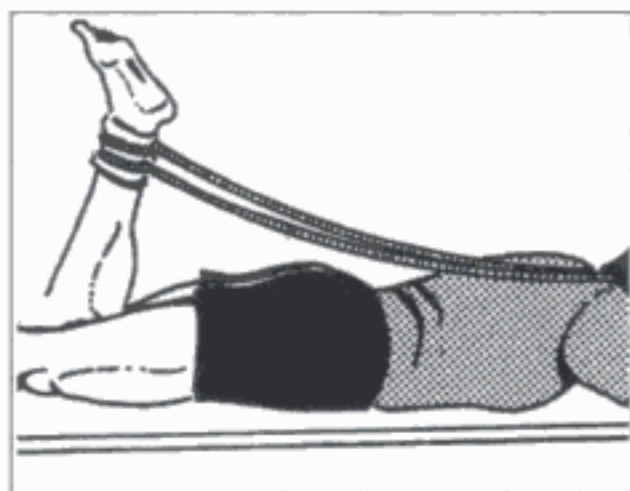


Figura 9.62

Fortalecimiento del cuádriceps

De todos los grupos musculares que rodean la rodilla, el cuádriceps es el que se afecta con mayor intensidad en las lesiones y cirugía de la rodilla. La valoración cuantitativa de la fuerza del cuádriceps se realiza mediante mediciones de forma isométrica e isocinética y comparando con el lado no afecto.

Numerosos estudios han demostrado la importancia de la estimulación eléctrica para el fortalecimiento de la musculatura del cuádriceps; algunas publicaciones sugieren incluso la mayor eficacia de dicha estimulación con respecto al ejercicio voluntario para aumentar la fuerza de este grupo muscular, por lo que un buen programa de rehabilitación debe incluir esta técnica.

Hidden page

debe hacer al menos 110° de flexión y deambular sin cojera, realizando una carga total sobre la pierna afectada; un sistema para averiguar si el paciente está preparado consiste en hacer descender al paciente de un escalón de 40-50 cm, con la pierna afectada en lo alto (figura 9.64). Cuando se demuestre que se tiene suficiente fuerza en la rodilla, es posible empezar actividades en línea recta como el jogging, y se irá añadiendo ejercicios con giro.

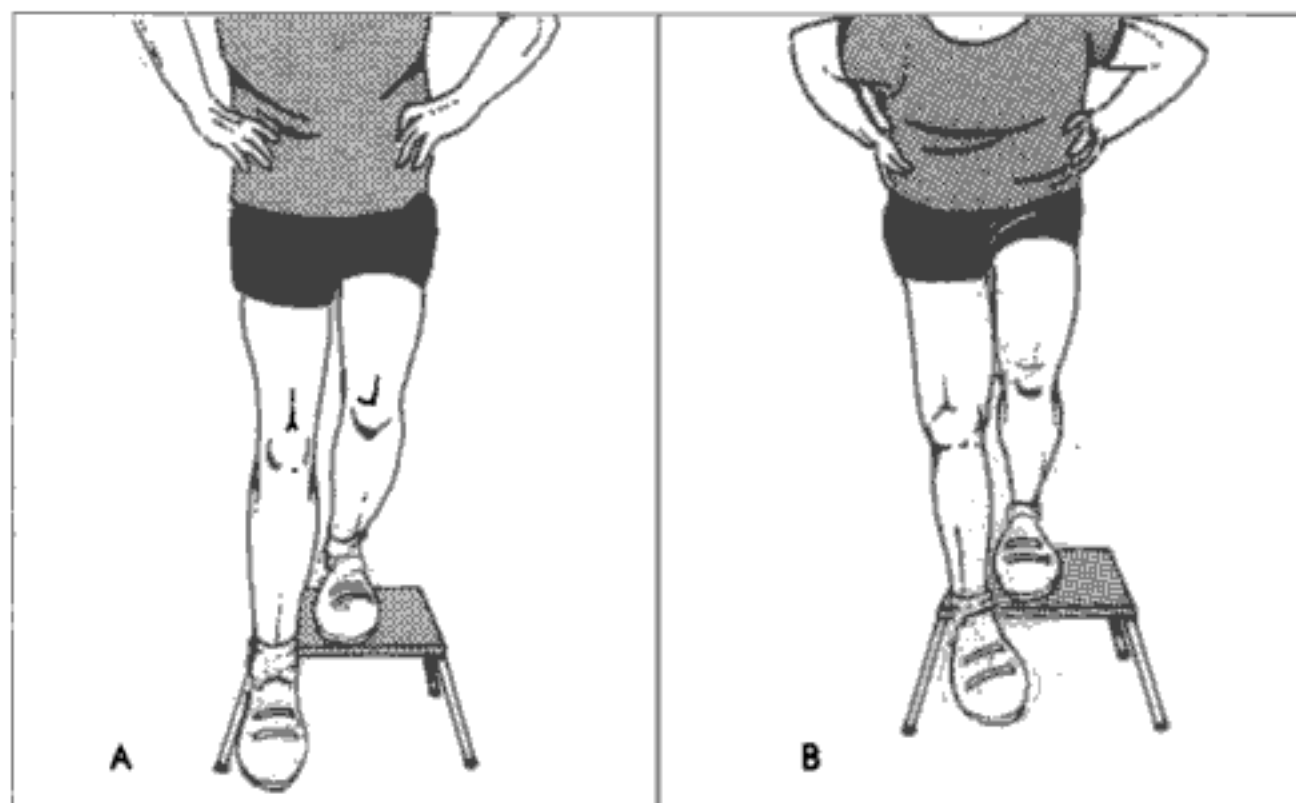


Figura 9.64

Fortalecimiento de los músculos isquiotibiales

El fortalecimiento de los músculos isquiotibiales suele estar incluido en todos los protocolos de fortalecimiento del cuádriceps; sin embargo, después de una cirugía la pérdida de fuerza a este nivel no suele ser tan importante como la del cuádriceps, y la mayoría de las veces se recupera totalmente.

LESIONES DEL TENDÓN DE AQUILES^{21,22}

El tendón de Aquiles es el tendón más resistente de todo el organismo humano y puede elongarse hasta un 4% de su longitud, pero

su escasa vascularización hace que sea un tendón cada vez más frágil según envejece la persona.

La afectación del tendón de Aquiles es una patología frecuente en todos los deportistas, pero sobre todo en los corredores de larga distancia (aparece en un 11%), en bailarines (9%), gimnastas (5%) y tenistas (2%). Es más frecuente en el sexo masculino a partir de los 40 años.

Las lesiones del tendón de Aquiles se clasifican en:

Tendinosis: Lesión degenerativa por afectación mecánica. Es la más frecuente.

– Tendinopatías del cuerpo del tendón.

Peritendinitis: Lesión inflamatoria del peritendón, menos frecuente.

– Entesopatías o entesitis. Lesión de la inserción distal del tendón.

Causas

- Envejecimiento del tendón: disminución de la vascularización y alteración de la constitución histológica modificándose las propiedades físicas (más acusado a partir de los 40 años).
- Microtraumatismos repetidos y sobreesfuerzo: entrenamientos intensos, competiciones encadenadas, calidad del suelo (cuestas, dureza, desigual), aunque lo más importante es la duración del esfuerzo y/o la distancia recorrida.
- Factores biomecánicos: tienen más tendencia a padecer tendinopatías los corredores que tengan el vientre muscular de los gemelos más voluminoso, el tendón de Aquiles estrecho y corto, desequilibrio pélvico, pies planos o cavos y/o genu valgo.
- Calzado inadecuado: con poca amortiguación o con poco talón.
- Errores de entrenamiento: períodos de descanso cortos, estiramientos incorrectos o inexistentes, correr demasiados kilómetros en el caso de principiantes o después de un período de inactividad, gesto anómalo al correr que provoca descompensaciones.
- Procesos infecciosos, errores en la alimentación, insuficiente hidratación.
- Factores climáticos: frío, humedad.

Tratamiento

- Reposo deportivo relativo.
- Vendaje funcional.

Hidden page

Hidden page

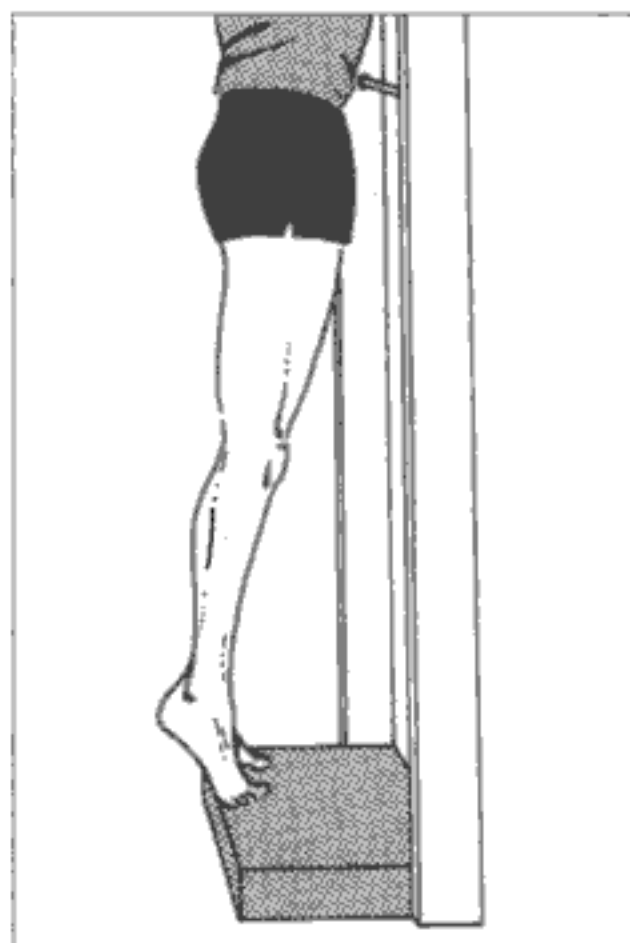


Figura 9.67

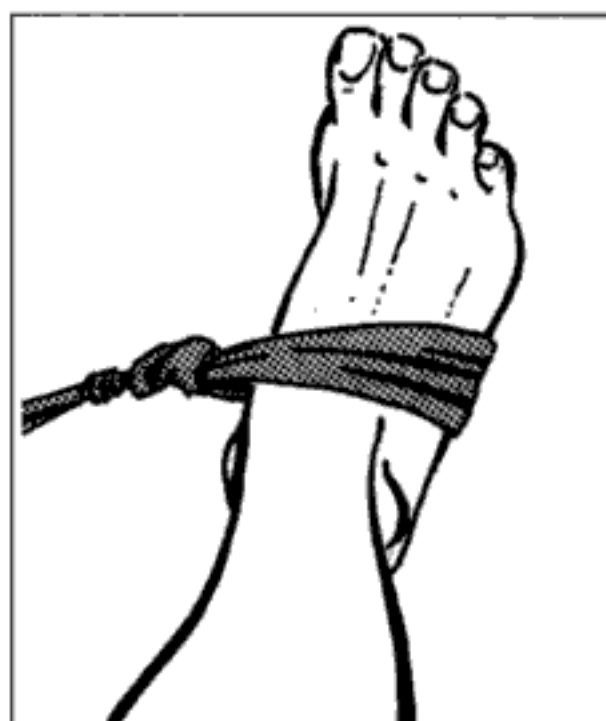


Figura 9.68

Caso práctico

Adulto de 35 años jugador de fútbol una vez a la semana, que aumenta la actividad deportiva en verano practicando ciclismo 4-5 veces por semana, decide empezar entrenamiento libre para participar en media maratón.

Animado por su buena forma física al finalizar el verano, empieza a correr por carretera asfaltada a un ritmo de 35-40 km/semana; a la 3ª semana de entrenamiento inicia un dolor y sensación de pesadez en la zona del tendón de Aquiles, palpándose unos nódulos a unos 5-6 cm de la zona calcánea que ceden con el reposo, pero que reaparecen con la deambulación y la subida de cuestas o escaleras.

Comentario

En este caso existe una tendinitis nodular por sobrecarga del tendón.

A pesar de la buena condición física gracias a la práctica del ciclismo existen diferentes causas que han provocado microtraumatismos en el cuerpo del tendón que limitan la continuación del entrenamiento:

La edad del corredor indica que empieza a haber un cierto envejecimiento del tendón con pérdida de sus cualidades elásticas y aumento de hipovascularización

Posiblemente existe una discordancia entre el vientre muscular de los gemelos (muy voluminosos en ciclistas) y el tendón de Aquiles que favorece la patología.

El ritmo de entrenamiento para este caso es demasiado intenso, puesto que las cargas a que son sometidos los pies en la carrera son muy diferentes a las de montar en bicicleta. El hecho de correr sobre asfalto (superficie dura) facilita la aparición de tendinopatías.

Recomendaciones

No debemos concluir que en este caso está contraindicada la carrera, sino que tienen que tomarse unas medidas preventivas, como son: adecuar el ritmo de entrenamiento a la edad y condición física, con incrementos progresivos de la duración e intensidad, evitar el sobreentrenamiento y respetar los períodos de descanso, realizar un calentamiento adecuado y cuidar la nutrición y la hidratación

Si es conocida la tendencia a la tendinitis del Aquiles, hay que hacer estiramientos, ejercicios propioceptivos y locomotores (musculación excéntrica), proteger el tendón con ventajes funcionales y alzas, y buscar el calzado idóneo según las características del pie y del terreno en el que se practicará la carrera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Best, T.M. y Garret, W.E. (1994). Muscle and tendon. *Orthopaedic Sports Medicine. Principles and practice*. 1ª ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company.
2. Paulos, L.E. y Grauer, J.D. (1994). Exercise. *Orthopaedic Sports Medicine. Principles and practice*. 1ª ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company.
3. Lieber, R.L. Bases morfológicas y mecánicas del dolorimiento muscular de comienzo diferido. *J Am Acad Orthop Surg (Ed Esp)* 2002;2:133-139.
4. Arnheim, D.D. (1994) .Prevención de lesiones:preparación física y consideraciones psicológicas. *Fundamentos en patología deportiva*. 2ªed. Mosby/Doyma Libros.
5. Kouvalchouk, J.F. Durey, A. Sadier, P. Watin-Augouard, L. Pathologie traumatique du muscle strié chez le sportif. *Encyclopédie Médico-Chirurgicale, Appareil locomoteur*, 15140-A.
6. Benazzo, F. Mosconi, M. Beccarisi, G. Galli, U. Use of Capacitive Coupled Electric Fields in Stress Fractures in Athletes. *Cl Orthopaedics and Related Research* 310: 145-149, 1995.
7. Monteleone, G.P. Stress Fractures in the Athlete. vol.26.num.3.july 1995: 423-432.
8. Cibulka, M.T. (4/1989). Evaluación y tratamiento de las lesiones de la columna cervical. *Clínicas de Medicina Deportiva*. 1ª ed. Madrid: McGraw-Hill. Interamericana de España.
9. Torg, J.S.; Gennarelli, T.A. (1994). Head and cervical spine injuries. *Orthopaedic Sports Medicine. Principles and practice*. 1ª ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company.
10. Eismont, F.J. y Kitchel, S.H. Thoracolumbar spine. *Orthopaedic Sports Medicine. Principles and practice*. 1ª ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company.
11. Micheli, L.J. Wood, R. Back pain in young athletes. *Arch Peediatr Adolesc Med*. Vol 149: 15- 18. Jan 1995.
12. Naddler, S.F. Malanga, G.A. Feinberg, J.H. Relationship Between Hip Muscle Imbalance and Occurrence of Low Back Pain Collegiate Athletes. *Am.J.Phys.Med.Rehabil.* Vol.80, No.8:572-577. 2001.
13. Balias, J.J. La columna del deportista. *Traumatismos deportivos (no fracturas)*. MAFRE.
14. Nicholson, G.G. (4/1989). Rehabilitación en las lesiones habituales del hombro. *Clínicas de Medicina Deportiva*. 1ª ed. Madrid: McGraw-Hill. Interamericana de España.
15. Morrey, B.F. y Regan, W.D. Tendinopathies about the elbow. *Ortho-*

- paedic Sports Medicine. Principles and practice*. 1ª ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company.
16. Pitillas, J.I.; Etxabe; M.P. Epicondilitis y epitrocleítis. *Traumatismos deportivos (no fracturas)*. MAFRE.
17. McCue, F.C. y Mayer, V. (4/1989). Rehabilitación habitual de las lesiones de la mano y muñeca en el atleta. *Clínicas de Medicina Deportiva*. 1ª ed. Madrid: McGraw-Hill. Interamericana de España.
18. Gross, M.L.; Nasser, S. y Finerman, G.A.M. Hip and pelvis. *Orthopaedic Sports Medicine. Principles and practice*. 1ª ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company.
19. Cibulka, M.T. (4/1989). Rehabilitación de pelvis, cadera y muslo. *Clínicas de Medicina Deportiva*. 1ª ed. Madrid: McGraw-Hill. Interamericana de España.
20. Delitto, A.; Lehman, R.C. (4/1989). Rehabilitación de las lesiones de rodilla en el atleta. *Clínicas de Medicina Deportiva*. 1ª ed. Madrid: McGraw-Hill. Interamericana de España.
21. Kouvalchouk, J.F. Hassan E. Pathologie du tendon d'Achille: tendinopathies-ruptures-plaies. *Encyclopédie Médico-Chirurgicale, Appareil locomoteur, 14-090-A-10*.
22. Danowski, R.; Chanussot, J.C. (1992). Pierna-Tobillo-Pie. Cap. 6. *Traumatología del deporte*. Ed. Masson.
23. Diamond, J.E. (4/1989). Rehabilitación de los esguinces de tobillo. *Clínicas de Medicina Deportiva*. 1ª ed. Madrid: McGraw-Hill. Interamericana de España.

Hidden page

Prescripción de ejercicio físico y salud mental

Dra. Yolanda van Amersfoort

Unidad de Medicina Psicosomática – Clínica Sant Jordi – Barcelona

OBJETIVOS • OBJETIVOS • OBJETIVOS •

- La relación ejercicio físico - salud mental.
- Los factores que intervienen en la motivación al ejercicio físico.
- Las bases científicas y las características que deben sustentar la prescripción de un programa de ejercicio físico.
- La aplicación del ejercicio físico en el tratamiento de la ansiedad y la depresión.
- Se pretende asimismo proporcionar las pautas necesarias para el diseño de un programa individualizado y efectivo de ejercicio físico que beneficie la salud psíquica del individuo.

Palabras clave: Actividad física. Ansiedad. Beneficios psicológicos. Motivación. Programa de ejercicio físico. Salud mental.

INTRODUCCIÓN

La importante contribución del ejercicio físico al bienestar general del organismo es ampliamente reconocida tanto por la comunidad científica^{1,2} como por la población en general³. Numerosos estudios han puesto de manifiesto la relación entre la práctica del ejercicio físico y la disminución de las enfermedades coronarias⁴, su efectividad como método de control de peso⁵ o en la prevención y tratamiento de dolores de espalda⁶ por citar algunos de ellos.

Un paso significativo en los últimos años ha sido el creciente interés dentro del ámbito de la psicología por el estudio de los efectos psicológicos del ejercicio físico y su aplicación en la prevención y el tratamiento de los trastornos mentales. Los resultados de un amplio número de investigaciones permiten afirmar, por una parte, que el ejercicio físico es una conducta manifiesta a merced de factores mo-

TABLA 10.1
Ventajas e inconvenientes del ejercicio

MEJORA	DISMINUYE
• El rendimiento académico • La asertividad • La confianza en uno mismo • El equilibrio emocional • La independencia personal • El rendimiento intelectual en los ancianos • La capacidad de autocontrol • La memoria • Mejora del estado de ánimo • La capacidad perceptiva • La sociabilidad • La autoimagen corporal • La capacidad para disfrutar del sexo • La sensación de bienestar personal • El rendimiento en el trabajo	• El absentismo en el trabajo • El abuso del alcohol y otras sustancias • Los sentimientos de ira • La ansiedad • La depresión • La sensación de irrealidad • Los dolores de cabeza • La agresividad y la irritabilidad • Las fobias • Las conductas psicóticas • La activación fisiológica en situaciones de estrés • Las conductas tipo "patrón A" • Los errores en la ejecución de tareas • Los trastornos del sueño

tivacionales⁷ y, por otra, que la práctica de ejercicio físico tiene consecuencias beneficiosas a corto y largo plazo que constituyen un factor importante en la motivación al propio ejercicio y contribuyen significativamente a la salud mental de las poblaciones clínicas y no clínicas.^{2,8,9}

A pesar de la ausencia de estudios longitudinales y de que en muchos casos la relación entre el ejercicio físico, en especial el de tipo aeróbico, y la salud mental es poco más que asociativa, existen tres áreas en las que este vínculo parece relativamente sólido: a) en la reducción de la ansiedad y de la depresión^{10,11,12}, b) en el incremento de los sentimientos de autoestima¹³ y en particular de aquellos relacionados con la apariencia física¹⁴ y c) en la mejora de la capacidad para afrontar el estrés psicosocial.^{15,16}

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

Sabemos que existe una relación inversa entre el nivel de fitness y la salud mental: a mejor fitness menor es el grado de psicopatología,¹⁷ pero aún no conocemos en profundidad el mecanismo que produce los beneficios psicológicos.

MECANISMOS MENTALES

A juzgar por la evidencia,^{1,2,18,19} existen varios mecanismos posibles a través de los cuales un individuo puede beneficiarse psicológicamente del ejercicio. Los estudios sobre este tema proceden de fuentes diversas dentro del dominio de la psicología e incluyen investigaciones psicofisiológicas, como por ejemplo, la relajación muscular, efectos termogénicos y cambios en las ondas cerebrales;^{11,20} psicobioquímicas, como el estudio de los niveles de catecolaminas y la liberación de opiáceos endógenos,²¹ y explicaciones desde el punto de vista de la psicología social sobre la mejora de la autoestima²² y la percepción de eficacia.

En un intento por resumir los resultados de estas investigaciones, el American National Institute of Mental Health (Morgan & Goldston, 1987)² hizo pública una declaración de consenso sobre lo que actualmente se conoce y sobre lo que es necesario investigar para avanzar en este campo.

Lo que se conoce:

- El nivel de fitness se relaciona positivamente con el bienestar físico y psíquico.
- El ejercicio físico ha sido asociado con la reducción de respuestas emocionales ante el estrés, como por ejemplo el estado de ansiedad.
- La ansiedad y la depresión son síntomas frecuentes del exceso de estrés mental. El ejercicio físico ha sido asociado con la reducción de los niveles leves y moderados de depresión y ansiedad.
- Se ha observado que la práctica continuada de ejercicio físico se relaciona con la reducción de algunos comportamientos neuróticos y del patrón A de conducta.
- El ejercicio físico puede formar parte del tratamiento de la depresión mayor.
- El ejercicio físico adecuado da como resultado la reducción de varios índices de estrés tales como la tensión neuromuscular, los latidos en período de reposo y la secreción de algunas hormonas que regulan la respuesta al estrés.
- En general los profesionales de la salud mental coinciden en afirmar que el ejercicio físico tiene efectos emocionales beneficiosos en todas las edades y en ambos sexos.
- Las personas físicamente sanas que requieran medicación psicotrópica pueden practicar ejercicio físico bajo supervisión médica.

Lo que debe ser objeto de mayores investigaciones:

- El ejercicio moderado se ha mostrado efectivo en la reducción inmediata de la tensión neuromuscular en personas de edad avanzada. Son necesarios estudios adicionales que comparen el ejercicio con las benzodiazepinas ansiolíticas.
- La importancia del ejercicio en la prevención primaria de los trastornos físicos y mentales.
- Los efectos del ejercicio físico en la rehabilitación de personas con trastornos físicos y mentales.
- Los mecanismos biológicos, cognitivos y sociales a través de los cuales actúa el ejercicio físico sobre el estrés mental.
- Los efectos del ejercicio sobre la respuesta ante el estrés según la edad, el sexo, la personalidad o el estado socioeconómico.
- El tipo, la intensidad, la duración y la frecuencia óptima de ejercicio requerida para producir una respuesta efectiva sobre el estrés mental.

- El efecto del ejercicio en comparación y en combinación con otro tipo de intervenciones.
- El alcance del ejercicio físico en la prevención y el tratamiento de la depresión.
- Los efectos del ejercicio en los siguientes trastornos: abuso de sustancias, esquizofrenia, trastornos de la personalidad (especialmente antisocial y límite), trastornos del sueño, trastornos de la conducta alimentaria, trastorno bipolar y depresión mayor.
- El papel de ciertos mecanismos subyacentes en el ejercicio físico. Por ejemplo: la ritmicidad, la propiocepción, los cambios de temperatura, las endorfinas, el ambiente, el dominio del ejercicio y de otros factores relacionados con el estilo de vida de los individuos.

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA MOTIVACIÓN Y ADHESIÓN AL PROGRAMA DE EJERCICIO FÍSICO

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

Las expectativas, la percepción de dominio del ejercicio, la satisfacción por los resultados y el mantenimiento de éstos son factores que podrían explicar la motivación y adhesión al programa de ejercicio físico.

A pesar de que a nivel popular existe la convicción casi unánime de que el ejercicio físico beneficia la salud, sólo entre un 10 y un 20 % de la población comprendida entre los 18 y los 65 años practica de forma regular algún tipo de ejercicio adecuado para mejorar su nivel de fitness²³ y aproximadamente un 50 % de los que inician un plan de ejercicio dejan de realizarlo entre 3 y 6 meses después, siendo precisamente aquellos que más beneficios podrían obtener, como por ejemplo los obesos, los primeros en renunciar.²⁴ Lo cierto es que de la misma manera que la práctica de ejercicio consigue despertar el entusiasmo de unos, para otros es, por contraste, una de las experiencias más tediosas y aburridas.

La investigación sobre la motivación y adhesión al ejercicio se ha contemplado principalmente desde la perspectiva de la psicología social y en relación con los factores que pueden definir la tendencia a evitar o aceptar la actividad física, como son las creencias y actitu-

Hidden page

pia capacidad para organizar y ejecutar planes de conductas necesarias para alcanzar un determinado nivel de ejecución. La autoeficacia afecta la elección de una tarea y la constancia y perseverancia en la misma ante las dificultades.

La autoeficacia se distingue de las **expectativas de resultado** o estimación que hace el sujeto de que una determinada conducta le producirá ciertos resultados. Aunque la percepción de eficacia es un predictor de conducta más fiable en aquellas tareas en las que la autoeficacia está directamente relacionada con el resultado, los resultados que se espera conseguir de la práctica de ejercicio pueden constituir una importante fuente de motivación por ejemplo: la creencia de que se es capaz de saltar 2 m es un juicio sobre la propia eficacia; el éxito entre los compañeros, los aplausos del público y la propia satisfacción constituyen las expectativas de resultado. Tanto la autoeficacia como las expectativas de resultado discriminan significativamente a aquellos individuos capaces de adherirse a un programa de ejercicio.

La **autoinsatisfacción** es otro de los motivadores postulados por la teoría social y cognitiva. Una persona se siente satisfecha o insatisfecha de su tarea en función de ciertos criterios internos y reacciones autoevaluativas de sus propios actos. Condicionando la autosatisfacción al nivel de ejecución elegido (meta) el individuo se crea sus propios incentivos para persistir en sus esfuerzos hasta que la ejecución coincida con sus criterios internos.

Los niveles de ejecución muy alejados de la meta disminuyen la percepción de eficacia y suelen inducir el abandono. Los niveles medianamente discrepantes activan la autoinsatisfacción, que a su vez estimula el deseo de nuevos esfuerzos para conseguir la meta deseada. Cuando el nivel es cercano a la meta, ello sólo refuerza la actividad si el individuo cree que con un poco más de esfuerzo podrá alcanzar e incluso superar el objetivo. Cuando se alcanza el éxito, la satisfacción suele ser pasajera y el individuo recuperará la motivación estableciéndose nuevas metas.

La motivación óptima y la persistencia en la práctica de ejercicio ocurren cuando el individuo tiene un alto grado de insatisfacción con su nivel pero mantiene la percepción de que es capaz de conseguir sus objetivos.³¹

En 1989, Dzewaltowski³² realizó un estudio comparativo entre la eficacia predictiva ante el ejercicio de la teoría social cognitiva de Bandura y de la teoría de la conducta razonada de Fishbein y Ajzen. Pudo observar que:

Hidden page

Hidden page

Hidden page

debido, por ejemplo, a un negocio desafortunado. El ejercicio en sí mismo o sus efectos biológicos podrían ser secundarios. En posteriores trabajos, Morgan² observó que los efectos del ejercicio van más allá de la simple distracción y que existe un alto grado de correlación entre la intensidad del ejercicio y su efecto psicológico.

De igual forma, otros investigadores también han señalado que a la influencia de las variables situacionales cabe añadir la de cambios biológicos tales como alteraciones de la regulación hormonal del sistema nervioso central, mejora del nivel de fitness y por tanto de la capacidad para la práctica del ejercicio: resistencia, fuerza, flexibilidad y cambios en la apariencia física: pérdida de peso e incremento del tono y la masa musculares.

4. Principios del ejercicio físico. Hay tres principios básicos que deben tenerse en cuenta a la hora de confeccionar un plan individualizado de ejercicio: sobrecarga, progresión y especificidad. No debe olvidarse, sin embargo, que aunque exista un cierto conocimiento de cómo aplicarlos para conseguir efectos beneficiosos, por ejemplo, sobre el sistema cardiovascular o el metabolismo, no puede decirse lo mismo en lo relativo a los efectos psicológicos.
- **Sobrecarga.** Hace referencia a la cantidad e intensidad del ejercicio y es la clave para casi todos los beneficios derivados del ejercicio. Significa que el organismo responde al incremento de la actividad combinando una serie de mecanismos adaptativos. Incluso el más pequeño aumento de la cantidad o intensidad del ejercicio habitual supone nuevas demandas en varios tejidos o sistemas del organismo. Así pues, los efectos del entrenamiento físico no son otra cosa que el intento del organismo por adaptarse continuamente a las nuevas demandas y exigencias. La sobrecarga necesaria que pueda resultar beneficiosa dependerá del grado de actividad previo de la persona. Personas muy sedentarias tienden a conseguir mayores beneficios biológicos con poca cantidad de ejercicio.³⁷ Por otra parte, la inactividad total, como por ejemplo largos períodos en cama, disminuye rápidamente el nivel de fitness.
- **Progresión.** Significa que, para que un individuo pueda seguir experimentando una sensación de mejora como resultado del ejercicio, la sobrecarga (aumento de la cantidad/intensidad del ejercicio) debe aplicarse en dosis pequeñas. Sólo si se au-

menta la demanda de forma lenta se obtendrán beneficios, ya que, en caso contrario, puede presentarse frustración, fatiga innecesaria e incluso lesiones. Algunas personas necesitan más tiempo que otras para progresar debido a causas genéticas, estado físico, etc.

- **Especificidad.** Este concepto implica que las adaptaciones sólo se producen en aquellos tejidos o sistemas del organismo que experimentan la sobrecarga durante el ejercicio. Este principio sólo puede aplicarse cuando se conoce cuál es el estímulo fisiológico necesario para producir un determinado efecto. Puesto que aún no se conocen los estímulos fisiológicos o conductuales concretos que producen efectos psicológicos no es posible aplicar este principio de forma precisa en salud mental. Los estímulos para la reducción del estrés varían en función de la persona y de las características de los estresores. En cualquier caso, la evidencia disponible señala que los ejercicios aeróbicos vigorosos suelen ser más eficaces como método para reducir el estrés.³⁸
- 5. La dosis de ejercicio. La cantidad de ejercicio a prescribir dependerá de los objetivos que se desee conseguir y de características como la edad, el sexo, el estado de salud, las facilidades, etc. Desde la perspectiva psicológica, se sabe que los beneficios derivan principalmente de conseguir que personas sedentarias se inicien en la actividad física y que los que practican algún tipo de ejercicio incrementen su actividad. Esto es contrario a la idea ampliamente difundida de que debe realizarse una gran cantidad de ejercicio para que resulte beneficioso para la salud. Es más, esta idea de "gran esfuerzo físico" a menudo interfiere con los deseos de las personas sedentarias o de mediana edad que quieren iniciarse en la actividad física.
- 6. Características de un programa de ejercicio físico. Un programa de ejercicio puede describirse por el tipo de ejercicio, la intensidad, la duración y la frecuencia. Determinar cada uno de estos elementos depende de los objetivos que se persigan y de la persona en cuestión.
- **Tipo de ejercicio.** La actividad física que proporciona mayores beneficios y produce el mayor gasto de energía con la mínima fatiga es aquella que permite la contracción rítmica de la musculatura lisa para desplazar el cuerpo a lo largo de una gran distancia o contra la gravedad. Es lo que se denomina ejercicio aeróbico e incluye: caminar a paso ligero, marcha atlética, jog-

ging, montar en bicicleta, esquiar, remar, bailar, nadar y en general deportes que requieran mucho movimiento así como ejercicios vigorosos en aparatos multigimnásticos: cinta ergométrica, cicloergómetro, subir escalones, etc. Cualquier ejercicio de esta naturaleza aporta beneficios tanto a la salud física como a la mental si se practica con la frecuencia, duración e intensidad adecuadas. El ejercicio aeróbico es opuesto al anaeróbico, actividad muscular breve pero intensa durante la cual la sangre no aporta oxígeno suficiente a los músculos, como por ejemplo, el levantamiento de pesas o la carrera de 100 m, el cual produce principalmente un fortalecimiento muscular más que una adaptación general del organismo. Sin embargo, el desarrollo de la fuerza y el tono muscular puede ser psicológicamente importante para algunos hombres y mujeres. En algunas personas, la imagen corporal y la confianza que tienen en sí mismo parece aumentar gracias a este tipo de ejercicio.

- **Intensidad.** Los cambios fisiológicos beneficiosos tienen lugar cuando el ejercicio se realiza a una intensidad algo mayor que la que resultaría cómoda pero mucho menor que el esfuerzo máximo. Este nivel de entrenamiento es particular para cada persona y suele hallarse entre el 70 % y el 85 % de la FC_{máx}. La tabla 10.2 señala el número de latidos en función de la edad.

En estado de reposo, la mayoría de los hombres sanos tienen un valor entre 70 y 84 lat.min⁻¹, en tanto que el de las mujeres oscila entre 75 y 85 lat.min⁻¹. Si una persona no se encuentra en forma, un ejercicio como por ejemplo la marcha rápida puede hacerle subir el pulso por encima del 70 % del valor de su FC_{máx}, pero cuando su sistema cardiovascular esté más preparado gracias al entrenamiento, podrá realizar un esfuerzo mayor sin sobrepasar este límite.

Para determinar la FC, se toma el pulso durante 10 s y se multiplica el número de latidos obtenido por seis.

- **Duración y frecuencia.** Depende de los objetivos, del estado físico y el tipo de actividad elegida. Sabemos que los individuos que hacen una pequeña cantidad de ejercicio de forma regular se encuentran mucho mejor que los que no hacen casi nada. Un objetivo razonable podría ser, por ejemplo, un gasto energético de aproximadamente 300 kcal por sesión con una frecuencia de dos o tres veces por semana y una duración de entre 30 y 45 min. (Algunos adultos pueden perder entre 400 y 700 kcal por

TABLA 10.2
Frecuencia cardíaca estimada por minuto para el hombre
o mujer medios según el grupo de edad

NIVEL DE EJERCICIO					
		80 %	70 %	60 %	50 %
Grupo edad	FC máxima	FC máxima	FC máxima	FC máxima	FC máxima
18-29	203-191	162-153	142-134	122-115	101-95
30-39	190-181	152-145	133-127	113-108	95-90
40-49	180-171	144-137	126-120	107-102	90-85
50-59	170-161	136-129	119-113	101-96	85-80
60-69	160-151	128-121	112-106	95-90	80-75
70-79	150-141	120-113	105-99	89-84	75-70

Fuente: Davis, McKay y Eshelman (1985)⁴⁵

hora mientras realizan una actividad de intensidad moderada.) Actividades que pueden cumplir este objetivo son: caminar a paso ligero o correr durante 4 km; nadar o montar en bicicleta durante 30 min, y jugar al tenis durante 45 min. Ejercicios menos intensos como pasear o trabajar en el jardín no mejoran el nivel de fitness de forma inmediata, pero, si se hacen de forma regular durante largos períodos, acaban finalmente por producir beneficios similares a los de los ejercicios aeróbicos.

Berger^{40, 41} ha observado que el ejercicio físico que resulta psicológicamente beneficioso para el individuo debe incluir también otras características igualmente importantes: a) agradable de practicar, b) no competitivo, c) previsible y d) rítmico.

- **Agradable de practicar.** Entran aquí en juego las preferencias y diferencias individuales. Aunque una actividad particular pueda reducir el estrés de un gran número de personas, en algunas causará el efecto contrario. Veamos un ejemplo. Una persona que trague agua mientras nada difícilmente reducirá su estrés dedicándose a esta actividad. En este caso, aquélla deberá bus-

car otra alternativa. Puesto que la satisfacción por la práctica de un ejercicio está relacionada con la adhesión, si esta actividad es desagradable de practicar, afectará al éxito del ejercicio como estrategia de afrontamiento del estrés.

- **No competitivo.** La actividad física a menudo proporciona la oportunidad de competir con otros o con uno mismo. Dado que la competición interpersonal provoca estrés,⁴¹ debe evitarse si lo que se pretende como objetivo principal es la relajación. Glaser⁴² va más allá: la ausencia de competitividad interpersonal realza los beneficios psicológicos porque reduce la posibilidad de fracaso y porque estimula la aparición de sentimientos de autoaceptación, compromiso, competencia y autocontrol.
- **Previsible.** Una actividad previsible es la que no requiere un esfuerzo de atención durante su ejecución. Las actividades como el *jogging* y la natación permiten desconectarse del entorno y sumergirse en los propios pensamientos mientras se practican. En favor de la importancia de la previsibilidad, Glasser señaló que las actividades que requieren poco esfuerzo mental pueden fácilmente convertirse en adicciones positivas. Los que practican una actividad previsible como el *jogging*, a menudo son conscientes de una sensación de soledad, de que la atención se centra en sus propios pensamientos y de los pensamientos creativos que se producen durante el ejercicio.
- **Rítmico.** La monotonía asociada con movimientos repetitivos alienta la introspección. Dado que el ejercicio no requiere un esfuerzo de concentración, la mente queda libre para ocuparse de otros asuntos. Con ejercicios altamente previsible como el *jogging* o la natación, la persona se concentra fácilmente en sus propios pensamientos en tanto que el jugador de tenis o de baloncesto debe dirigir su atención a un entorno constantemente cambiante. Ambos tipos de deporte pueden reducir los niveles de ansiedad si se eligen de forma personalizada. Los nadadores pueden sentirse mejor por la oportunidad de dialogar consigo mismos y los jugadores de tenis pueden reducir sus niveles de ansiedad y depresión como resultado de olvidarse de todo menos de la pelota que tienen que devolver. Por supuesto, también puede suceder que estar pendiente únicamente de vencer al oponente incremente la ansiedad. Parece ser que practicar una actividad que no sea congruente con las propias necesidades y preferencias suele no aportar beneficios psicológicos.

Hidden page

Desde esta perspectiva, los pasos a seguir en la creación e implementación de un programa de ejercicio físico comprenden:

1. **Evaluación inicial.** Debe realizarse una evaluación inicial del nivel de fitness (incluida la evaluación médica) y de la actividad física del individuo que permita obtener una línea de base a partir de la cual incrementar su actividad. No siempre es posible realizar esta evaluación en el laboratorio, por lo que una técnica fácil es la utilización de autorregistros claros y precisos que faciliten la tarea de anotar la actividad física que realmente se realiza. Generalmente se suele anotar tanto la actividad física cotidiana como la práctica de algún deporte. La figura 10.1 presenta un ejemplo de este tipo de registro. La evaluación inicial debe comprender también:

- La historia de actividad física de la persona.
- Las posibles barreras ambientales o cognitivas que han dificultado o pueden dificultar la práctica de ejercicio.
- Las posibles preferencias sobre el tipo de ejercicio físico y en especial entre los de tipo aeróbico.
- Concreción del entorno físico para la práctica de ejercicio.
- Concreción del tiempo real del que dispone.

2. **Establecimiento de objetivos.** Los objetivos deben establecerse a corto y largo plazo. Deben acordarse por escrito y preferiblemente en términos de resultado –perder 8 kg en tres meses– o conductuales –*jogging* durante 30 min tres veces por semana– incluso cuando no sea posible cuantificar los objetivos en términos cuantitativos o conductuales: mayor capacidad ante el estrés. Deben revisarse de forma periódica y reajustarse a medida que se avance en el programa sin olvidar que el objetivo último de éste es conseguir que el sujeto haga del ejercicio un aspecto habitual de su estilo de vida.

3. **Elección del tipo de ejercicio.** Con preferencia, el ejercicio debe ser aeróbico y resultar atractivo para la persona. Pero no es conveniente elegir una única forma de ejercicio. Antes al contrario es aconsejable acordar ejercicios complementarios estableciendo los períodos de tiempo en que se realizará cada uno de ellos. Por ejemplo: si dispone de 30 min diarios durante la semana y de una hora los fines de semana, el programa puede consistir en

Hidden page

hacer bicicleta estática o dar un paseo a paso ligero durante la semana y nadar o jugar al tenis los fines de semana. Es conveniente tener en cuenta que para algunas personas suele ser más fácil cumplir un programa si éste se realiza siempre a la misma hora y durante el mismo tiempo. Además de los ejercicios acordados, el practicante debe saber cómo incrementar la actividad física a lo largo del día como parte de su programa, por ejemplo: subir las escaleras del metro, prolongar el tiempo de paseo del perro, etc. La idea es conseguir que se convierta en una persona a la búsqueda de oportunidades para hacer ejercicio en lugar de evitarlo.

4. **Delimitar el entorno.** El ejercicio debe realizarse alejado de posibles fuentes de estrés y, mejor aún, al aire libre.
5. **Frecuencia, duración e intensidad (progresión).** La intensidad inicial debe ser moderada, con pequeños incrementos paulatinos hasta alcanzar el 70 % de la frecuencia cardíaca máxima (ver tabla 10.2); la frecuencia, dos o tres veces por semana y la duración, entre 20 y 30 min como mínimo. A medida que la persona se sienta más cómoda con el ejercicio, se puede aumentar su duración hasta alcanzar una media de 60 min. Es aconsejable que el ejercicio sea supervisado por un monitor y, si se realiza en grupo, cada participante debe poder ir a su propio ritmo. De lo que se trata es de que en lugar de grandes entrenamientos que causen fatiga y lesiones, los objetivos vayan lográndose gradualmente de manera que cada entrenamiento deje ilusionados a los participantes ante el próximo a realizar en lugar de temerlo.
6. **Ejercicios complementarios.** Antes de realizar un ejercicio aeróbico debe practicarse unos 5 min de ejercicios previos de calentamiento para evitar esfuerzos súbitos al organismo. Estos ejercicios incluyen: rotación de los brazos, tocarse las puntas de los pies, extensión del tendón de Aquiles y saltos coordinados de brazos y piernas. De igual forma, al finalizar el entrenamiento, es conveniente realizar unos minutos de marcha lenta con movimientos de brazos y manos como si se sacudieran y rotación de la cabeza alrededor del cuello. Es conveniente proporcionar tablas que expliquen estos ejercicios.

Además, los ejercicios aeróbicos deben combinarse con ejercicios que desarrollen la fuerza muscular y la flexibilidad de las articulaciones que ayuden a mantener la masa muscular y contribuyan a evitar las lesiones. Por ello, es aconsejable disponer de

Hidden page

Figura 10.2
Autorregistro de actividad física: evolución inicial

Semanas N° _____

- **Objetivo a corto plazo:** Iniciar en la actividad física
Programa de ejercicio acordado
- **Objetivo a largo plazo:** Perder 6 kg en tres meses. Adquirir mayor capacidad de autocontrol. Reducir la sensación de irritabilidad.

Señala el n° de veces, el tiempo o la intensidad (% FC) con que has practicado el ejercicio

Ejercicio acordado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
• Gimnasia aeróbica 3/semana							
• Regresar a casa caminando a buen paso desde el trabajo							
• Montar en bicicleta (mínimo 45') o caminata a paso ligero los fines de semana (mínimo 20')							
• Incidencias – Pensamientos negativos – Imprevistos – Otras dificultades ¿Cómo las superaste?							
• Satisfacción por la actividad realizada hoy (0-10)							

• Peso en kg en el día acordado para pesarse _____

Hidden page

en las que se podría realizar algún tipo de actividad física y las "razones" que impiden la práctica de la misma para, a continuación, examinarlas y aceptar su veracidad o rechazarlas.

PRESCRIPCIÓN DE EJERCICIO FÍSICO

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

En los trastornos mentales, la prescripción de ejercicio físico suele caer en oídos sordos a menos que se ponga especial énfasis en ello y se incorpore de forma detallada al plan de tratamiento terapéutico o psiquiátrico tradicionalmente aceptado.

Hasta hace un par de décadas, el clínico prestaba muy poca atención al estilo de vida de sus pacientes. Durante muchos años el consejo más frecuente era "tómeselo con calma" y, descansar, la prescripción más usual. En la actualidad, resulta cada vez más evidente la interacción altamente significativa entre el estilo de vida y la enfermedad y que el ejercicio es un valioso instrumento en la prevención y tratamiento de varias enfermedades, especialmente de las enfermedades somáticas.⁴⁴

En el ámbito de la salud mental, el ejercicio físico es aún una nueva forma de tratamiento en la que la dosificación debe prescribirse con cautela a fin de evitar complicaciones innecesarias que interfieran en el logro de los objetivos deseados.

En este apartado haremos referencia a la prescripción del ejercicio físico en los trastornos mentales y su uso como complemento en los tratamientos con fármacos psicotrópicos.

TRASTORNOS MENTALES

Las personas que practican ejercicio físico de forma regular experimentan una mejora significativa de sus niveles de ansiedad y depresión. En investigaciones realizadas en la Universidad del estado

TABLA 10.4
Diseño de un programa de ejercicio físico

PASOS	ASPECTOS QUE COMPRENDE
Evaluación inicial	1. Estado de salud (evaluación médica) 2. Actividad física actual (registro) 3. Historia anterior de actividad física 4. Dificultades ambientales y/o cognitivas para practicar ejercicio 5. Tiempo real de que dispone 6. Preferencias sobre el tipo de ejercicio 7. Entorno físico disponible
Elección del tipo de ejercicio y del entorno físico	– Mejor si es de tipo aeróbico y de acuerdo con las preferencias de la persona – En lo posible el ejercicio debe desarrollarse al aire libre
Progresión	Determinar la frecuencia, cantidad e intensidad en función de: • El estado físico del paciente • El tiempo del que dispone
Establecimiento de objetivos	1. A corto plazo: Incluye el programa de ejercicio y las actividades complementarias: Ejemplo – Primeros 15 días: • Caminar a paso ligero 3 x semana x 30 min • Gimnasio 2 x semana: clase de 45 min • Tenis 1 h los domingos • Subir/bajar las escaleras del metro 2. A largo plazo Ejemplo: • Hacer del ejercicio un hábito • Mejorar la capacidad de autocontrol • Perder 10 kg en 5 meses
Ejercicios complementarios	– Proporcionar tablas de ejercicios de calentamiento/enfriamiento – Proporcionar tablas de ejercicios de flexibilidad y desarrollo muscular
Técnicas de modificación de conducta	– Autorregistro – Control de estímulos – Refuerzo social – Autorrecompensa – Autoinstrucciones

de Pensilvania,⁴⁵ sus resultados demostraron que la privación de ejercicio durante dos días en corredores regulares producía una elevación de los niveles de ansiedad, tensión y confusión y una reducción del vigor físico y que estos efectos desaparecían al reanudarse el ejercicio.

Depresión

Aunque se desconoce cómo actúa el ejercicio como agente anti-depresivo, existe evidencia más que suficiente para, por una parte, afirmar que el ejercicio físico intenso tiene un genuino efecto antidepresivo⁴⁴ y, por otra, probar el uso clínico del ejercicio físico a gran escala.⁴⁶

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

La prescripción de ejercicio físico para combatir la depresión y reducir la ansiedad es similar a la indicada para conseguir beneficios cardiovasculares. Sus características se recogen en la tabla 10.5.

Estas afirmaciones se basan no sólo en los efectos atribuidos a la distracción, al refuerzo social y a la mejora del nivel de fitness, sino también en las teorías que refieren la acción de mecanismos fisiológicos durante el ejercicio y que incluyen:

- El aparente incremento del flujo sanguíneo y oxigenación del sistema nervioso central.⁴⁷
- Incremento de la transmisión sináptica aminérgica.⁴⁸
- Aunque algunos estudios parecen contradecir esta hipótesis, existe la creencia de que el ejercicio aumenta los niveles de endorfinas en plasma, lo que beneficia el estado de ánimo.⁴⁹
- Incremento de los niveles de norepinefrina en la orina,^{50,51} lo que puede ser indicativo de otros cambios metabólicos que relacionan las catecolaminas con las variaciones del estado de ánimo.

TABLA 10.5
Prescripción de ejercicio físico para combatir la ansiedad y la depresión

La prescripción de ejercicio físico para combatir la depresión y reducir el nivel de ansiedad es similar a la indicada para obtener beneficios cardiovasculares:

- Tipo de ejercicio aeróbico
- Progresión gradual del ejercicio
- Frecuencia: entre 3 y 5 veces por semana
- Intensidad: entre un 70 y un 85 % de la capacidad aeróbica
- Duración: entre 20 y 60 minutos

Además es conveniente que:

- Se establezca una rutina para la práctica de ejercicio
- El tipo de ejercicio sea elegido de acuerdo con las necesidades y preferencias de la persona
- Se refuerce la observación de los aspectos agradables y la percepción de eficacia de forma que se contribuya a mejorar la autoestima
- Se estimule la satisfacción personal manteniendo una historia de los progresos obtenidos sobre los objetivos propuestos y, si es posible, promoviendo la participación no competitiva en grupo

Ansiedad

La realización de un ejercicio de forma aguda e intensa se asocia con un decremento del estado de ansiedad y esta disminución de la tensión persiste aproximadamente entre dos y cuatro horas después del ejercicio. Aunque aún no se conozca el mecanismo por el que el ejercicio disminuye la ansiedad (el factor distracción es sólo una hipótesis), la literatura existente sugiere un acuerdo sustancial entre los investigadores sobre el efecto "tranquilizador" del ejercicio físico. Esta evidencia procede de diferentes aproximaciones metodológicas:

- Electromiografía. En 1936, Jacobson⁵² utilizó medidas electromiográficas para demostrar que los deportistas tenían más facilidades para relajarse que los no deportistas. Posteriormente, Sime⁵³ demostró que se producía una reducción de los potenciales de acción musculares después de 12 min de ejercicio en una cinta ergométrica con una sobrecarga media (100-110 lat.min⁻¹).

Hidden page

efectos del ejercicio (p.e., la mejora de la autoimagen) observables en poblaciones no clínicas ocurren también en los esquizofrénicos.

EJERCICIO FÍSICO Y PSICOFÁRMACOS

Neurolépticos

Los neurolépticos tienen un amplio espectro de efectos secundarios algunos de los cuales pueden interferir con la práctica y la motivación al ejercicio como por ejemplo la somnolencia, el parkinsonismo, la hipotensión ortostática o el aumento de peso. Sin embargo, el ejercicio es aconsejable para estos pacientes, tanto para mejorar su nivel de fitness como para reducir los niveles de adrenalina en el plasma sanguíneo.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

Las megadosis (1-3 g/d) de clorpromacina tienden a reducir la FC y atenúan el efecto de los programas de entrenamiento. Dosis terapéuticas de neurolépticos y antidepresivos tricíclicos a menudo producen un descenso de la presión arterial. El uso de betabloqueantes interfiere en la capacidad para hacer ejercicio. Las personas físicamente sanas que requieran medicación psicotrópica pueden practicar ejercicio bajo supervisión médica.

Por otra parte, las fenotiacinas también se prescriben en algunos trastornos neuróticos como tranquilizantes. Es posible que el ejercicio físico regular tenga un efecto tranquilizante comparable al de estos fármacos, pero esta hipótesis está pendiente de comprobación. Tampoco existen todavía estudios sobre cómo influyen pequeñas dosis de clorpromacina y otros neurolépticos en la práctica del ejercicio.⁴⁴

Antidepresivos tricíclicos

Los efectos secundarios de los antidepresivos sobre el sistema cardiovascular: hipotensión ortostática, disminución de la presión arterial, arritmias —a altas dosis—, aumento de peso o somnolencia pueden interferir en la motivación y la habilidad para el ejercicio.

Los efectos antidepresivos del ejercicio se han intentado explicar en base a los mismos mecanismos a través de los que operan los antidepresivos tricíclicos, la terapia electroconvulsiva y la privación del sueño. Usualmente estas explicaciones se basan en hipótesis sobre los transmisores monoaminérgicos.⁶¹ Ello es debido al efecto antidepresivo que parece tener el ejercicio y a que los efectos del ejercicio sobre los trastornos del sueño se asemejan a los que se consiguen con otros tipos de tratamiento para la depresión. Desde esta perspectiva, es posible especular con la idea de que el ejercicio incrementa el efecto de los antidepresivos tricíclicos y viceversa. Por otra parte, los antidepresivos tricíclicos parecen tener su mejor efecto en las depresiones graves, mientras que el efecto antidepresivo del ejercicio está mejor documentado en pacientes que sufren cuadros leves o moderados de depresión. Además, pacientes con niveles bajos de depresión con frecuencia no responden bien a la medicación antidepresiva.

Se sabe además que la imipramina reduce la ansiedad tanto fóbica como flotante, pero que tiene un efecto activador parecido al de las anfetaminas: insomnio, irritabilidad, agitación e inusual energía. El ejercicio podría, por ejemplo, reducir los sentimientos subjetivos relativos a los efectos secundarios –temor a ser poco asertivo, a perder amistades, etc.– canalizando el aumento de energía de una manera aceptable para los pacientes.

Litio

El litio es muy utilizado en el tratamiento de la depresión. No obstante, sus efectos sobre la práctica del ejercicio se desconocen.⁶²

Tranquilizantes menores

Los tranquilizantes menores tienen efectos menos importantes en el sistema cardiovascular. Los efectos de sustancias como el diazepam y el clordiazepóxido durante la práctica de ejercicio se desconocen.⁶²

Diversos estudios han señalado que el ejercicio regular produce una reducción de la ansiedad, tensión muscular y trastornos del sueño. La cuestión es si el ejercicio puede o no sustituir a los tranquilizantes menores. Los resultados obtenidos en diversas investigaciones hacen pensar que el ejercicio no debe menospreciarse cuando se desea obtener un efecto tranquilizador.

Hidden page

en las que la pulsión era superior al hecho de tener que trabajar, atender a la familia, relacionarse con los demás e incluso al consejo médico. Esta neurótica "obligatoriedad" es similar al exceso de ejercicio de muchas pacientes anoréxicas, pero no está claro si el ejercicio es consecuencia de la anorexia o si contribuye a producir el síndrome. Quizá en algunos casos el ejercicio produzca efectos psicológicos negativos o ciertas personalidades estén más predispuestas a abusar del ejercicio como una manera de evitar e incluso afrontar otros problemas.

En 1990 Steinberg⁶⁴ sugirió que el ejercicio que acaba convirtiéndose en compulsivo puede considerarse una forma de dependencia o adicción similar a la adicción a los opiáceos u otras drogas.

AUTOEVALUACIÓN • AUTOEVALUACIÓN • AUTOEVALUACIÓN

- 1** A pesar de algunos fallos metodológicos, ¿a qué afirmaciones han conducido los estudios dentro del ámbito de la psicología sobre la relación ejercicio físico-salud mental?
- 2** En general, ¿qué tipo de beneficios psicológicos pueden derivarse de la práctica regular de un programa de ejercicio físico?
- 3** Según el estudio efectuado por Dzewaltowski, ¿qué mecanismos psicológicos son eficaces predictores por la motivación al ejercicio?
- 4** ¿Qué característica tiene el perfil cognitivo de las personas que fallan repetidamente en sus intentos de practicar ejercicio?
- 5** ¿Por qué un buen nivel de fitness no es siempre sinónimo de buena salud?
- 6** ¿Qué características describen un programa de ejercicio físico?
- 7** ¿Qué importancia tiene que el ejercicio sea aeróbico, agradable de practicar, no competitivo y rítmico?



Hidden page

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Dishman, R.K. (Ed). (1988). *Exercise adherence: its impact on Public Health*. Champaign, IL: Human Kinetics.
2. Morgan, W.P. y Goldston, S.E. (1987). (Eds). *Exercise and Mental Health*. Washington, DC: Hemisphere.
3. Fitness Canada. (1986). *Canada Fitness Survey - Highlights*. Ottawa, Ontario: Government of Canada.
4. European Atherosclerosis Society. (1987). "Strategies for the prevention of coronary heart disease: A policy statement of the European Atherosclerosis Society". *European Heart Journal*. 8. pp. 77-88.
5. Brownell, K.D. (1982). "Obesity: Understanding and treating a serious, prevalent and refractory disorder". *Journal of Consulting and Clinical Psychology*. 50. pp. 820-840.
6. Melleby, A. (1982). *The Y's Way to a Healthy Back*. Piscataway, N.J: New Century.
7. Dishman, R.K, Sallis, J.F y Orenstein, D.R. (1985). "The determinants of physical activity and exercise". *Public Health Reports*. 100. pp.158-171.
8. Taylor, B.; Sallis, J.F y Needle, R. (1985). "The relation of physical activity and exercise to mental health". *Public Health Reports*. 100. pp.195-202.
9. Dishman, R.K. (1985). "Medical psychology in exercise and sports". *Medical Clinics of North America*. 69. pp.123-143.
10. Berger, B. y Owen, D. (1988). "Stress reduction and mood enhancement in four exercise modes: swimming, body conditioning, hatha yoga and fencing". *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 59. pp. 148-159.
11. de Vries, H.A. (1987). "Tension reduction with exercise". En: Morgan, W.P. y Goldston, S.E. (Eds). *Exercise and Mental Health*. Washington, DC: Hemisphere. pp. 99-104.
12. Greist, J.H. (1987). "Exercise intervention with depressed patients". En: Morgan, W.P. y Goldston, S.E. (Eds). *Exercise and Mental Health*. Washington, DC: Hemisphere. pp.117-121.
13. Biddle, S.J.H. y Fox, K.R. (1989). "Exercise and health psychology: emerging relationships". *British Journal of Medical Psychology*. 62. pp.205-216.
14. Fox, K.R. y Corbin, C.B. (1986). "An extension to a model of physical activity involvement: A preliminary investigation into the role of perceived importance of physical abilities". En: Watkins, J.; Reilly, T. y Burwitz, L. (Eds). *Sports Science*. Londres: Spon.

15. Crews, D.J. y Landers, D.M. (1987). "A meta-analytic review of aerobic fitness and reactivity to psychosocial stressors". *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 19 (5). pp.114-120.
16. Brooke, S.T. y Long, B.C. (1987). "Efficiency of coping with a real-life stressor: A multimodal comparison of aerobic fitness". *Psychophysiology*. 24. pp.173-180.
17. Morgan, W.P. (1981). "Psychological benefits of physical activity". En: Nagle, F.J. y Montoye, H.J. (Eds). *Exercise in Health and Disease*. Springfield, IL: Charles C.Thomas.
18. Morgan, W.P. y O'Connor, P.J. (1988). "Exercise and mental health". En: Dishman, R.K. (Ed.) *Exercise Adherence: Its Impact on Public Health*. Champaign, IL: Human Kinetics.
19. Mutrie, N. (1987). "The psychological effects of exercise for women". En: Macleod, D.; Maughan, R.; Nimmo, M.; Reilly, T. y Williams, C. (Eds). *Exercise: Benefits, Limits and Adaptation*. Londres: Spon.
20. Hartfield, B.D. y Landers, D.M. (1987). "Psychophysiology in exercise and sport research: An overview". *Exercise and Sport Sciences Reviews*.15. pp. 351-387.
21. Harbor, V.J. y Sutton, J.R. (1984). "Endorphins and exercise". *Sports Medicine*. 35. pp.133-140.
22. Sonstroem, R.J. (1984). "Exercise and self-esteem". *Exercise and Sports Science Reviews*. 12. pp. 123-155.
23. Powell, K.E.; Spain, K.G.; Christenson, G.M. y Mollenkamp, M.P. (1986). "The status of the 1990 objectives for physical fitness and exercise". *Public Health Reports*. 101. pp. 15-21.
24. Sonstroem, R.J. (1988). "Psychological models". En: Dishman, R.K. (Ed). *Exercise Adherence: Its impact on Public Health*. Champaign, IL: Human Kinetics.
25. Janz, N.K. y Becker, M.H. (1984). "The Health Belief Model: A decade later". *Health Education Quarterly*. 11. pp.1-47.
26. Fishbein, M. y Ajzen, I. (1975). *Belief, Attitude, Intention and Behavior: An Introduction to Theory and Research*. Reading, MA: Addison-Wesley.
27. Bandura, A. (1977). *Social Learning Theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
28. Bandura, A. (1986a). "Self-efficacy mechanisms in physiological activation and health-promoting behavior". En: Madden, J.; Mattysse, S. y Barchas, J. (Eds) *Adaptation, Learning and Affect*. Nueva York: Raven Press.
29. Bandura, A. (1986b). *Social Foundations of Thought and Action: A social Cognitive Theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
30. Wilson, G.T. y O'Leary, K.D. (1964). *Principles of Behavior*

Hidden page

Hidden page

- men before and after physical fitness program". *Research Quarterly*. 47. pp. 110-117.
59. De Vries, H.A. (1987). "Tension reduction with exercise". En: Morgan, W.P. y Goldston, S.E. (Eds) *Exercise and Mental Health*. Washington, DC: Hemisphere. pp. 99-104.
60. Sinyor, D.; Brown, T.; Rostant, L. y Seraganian, P. (1982). "The role of a physical fitness program in the treatment of alcoholism". *J. Stud. Alcohol*. 43. pp. 380-386.
61. Morgan, W.P. (1985). "Affective beneficency of vigorous physical activity". *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 17. pp. 94-100.
62. Powels, A.C.P. (1981). "The effects of drugs on the cardiovascular response to exercise". *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 13. pp. 252-258.
63. Morgan, W. P. (1979). "Negative addiction in runners". *The Physician and Sportsmedicine*. 7 (2). pp. 56-63; 67-70.
64. Steinberg, H.; Sykes, E.A. y Morris, M. (1990). "Exercise addiction: the opiate connection". En: *Sport, Health, Psychology and Exercise Symposium*. Londres: Sports council/ Health Education Authority. pp. 161-166.
65. Davis, M.; McKay & Eshelman, E.R. (1985): *Técnicas de autocontrol emocional*. Barcelona. Martínez Roca.

Hidden page

Ejercicio físico en diversos trastornos metabólicos: diabetes, dislipemia y obesidad

Dr. Antonio Pérez Pérez – Dra. Mercedes Rigla Cros

Servicio de Endocrinología – Hospital de la Santa Creu i Sant Pau – Barcelona

RESUMEN • RESUMEN • RESUMEN • RESUMEN

El ejercicio físico, con su manifestación más significativa en el deporte, es un fenómeno que se ha incorporado en la vida cotidiana de muchas personas, especialmente en las más jóvenes. Además, algunas personas, diabéticas o no, desean realizar deporte de alta competición o con finalidades profesionales.

La contribución potencial del ejercicio físico en la mejoría de la salud, la sensación de bienestar y la calidad de vida es indiscutible y, por tanto, debe considerarse como parte de un plan general de salud. En la actualidad, la práctica de ejercicio físico regular se realiza con fines terapéuticos tanto en la prevención como en el control y rehabilitación de diversas enfermedades crónicas, entre ellas las asociadas a trastornos metabólicos. Sin embargo, en determinadas situaciones, si la actividad física no se realiza de forma controlada y adecuada a cada individuo, los riesgos asociados a la práctica de ejercicio físico pueden superar los beneficios.

En este capítulo revisaremos las indicaciones del ejercicio físico en el manejo de diversos trastornos metabólicos de gran prevalencia, remarcando la importancia que la práctica regular de ejercicio físico tiene como herramienta en la prevención y el tratamiento de la diabetes mellitus, las dislipemias y la obesidad.



**Palabras clave:**

- Ajustes del tratamiento
- Contraindicaciones del ejercicio
- Diabetes mellitus tipo I
- Diabetes mellitus tipo II
- Dislipemias
- Distribución de la grasa corporal
- Ejercicio físico
- Metabolismo lipoproteico y ejercicio físico
- Obesidad
- Prescripción de ejercicio físico
- Prevención de la hipoglucemia
- Riesgo cardiovascular
- Riesgos y beneficios del ejercicio físico
- Tratamiento

EJERCICIO FÍSICO Y DIABETES

En el sujeto diabético, a los riesgos y beneficios que conlleva la práctica de ejercicio físico para la población no diabética se añaden otros riesgos y beneficios derivados del tipo de diabetes, programa de tratamiento, grado de control glucémico y presencia o ausencia de complicaciones microangiopáticas o macroangiopáticas (tablas 11.1 y 11.2).^{1,6}

El ejercicio físico regular se considera importante en el tratamiento de todos los tipos de diabetes y debe prescribirse por las mismas razones por las que debe fomentarse en la población general. Además, la práctica regular de ejercicio físico mejora el control de la glucemia a largo plazo en los pacientes con diabetes tipo II (no insulínica), mientras que en los pacientes con diabetes tipo I

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

El ejercicio físico regular se considera un componente importante en el tratamiento de todos los tipos de diabetes y debe prescribirse por las mismas razones por las que debe fomentarse en la población general.

TABLA 11.1

Beneficios potenciales del ejercicio físico regular en el paciente diabético**Reducción del riesgo de desarrollar diabetes tipo II⁷**

- Adiposidad
- Sensibilidad a la insulina periférica y hepática

Control glucémico

- Glucemia durante y después del ejercicio
- Sensibilidad a la insulina
- Mejora el control glucémico en la diabetes tipo II

Cardiovasculares

- Incidencia de la cardiopatía isquémica (35-55 %)
- Factores de riesgo cardiovascular:
 - Adiposidad
 - TA (5-10 mm Hg)
 - Dislipemia: HDL-colesterol y colesterol total y triglicéridos

Obesidad

- Contribuye a la reducción / mantenimiento del peso
- Grasa corporal, manteniendo la masa muscular

Psicológicos

- Efectos antidepresivos y ansiolíticos en procesos leves
- Sensación de bienestar y aumento de la autoestima
- Mejora el estado físico y la fuerza muscular

(insulinodependiente), aunque reduce los requerimientos de insulina, no suele modificar el control glucémico.²⁻⁵ Por otra parte, los pacientes con diabetes tipo I tienen a menudo dificultades para regular la glucemia y cetonemia durante y después de las sesiones de ejercicio. Estos hechos y la falta de formación de los diabetólogos en estos aspectos han condicionado que se haya cuestionado la recomendación del ejercicio físico en estos pacientes, y que algunos de ellos renuncien a la práctica de ejercicio físico. Sin embargo, dados los múl-

TABLA 11.2

Riesgos potenciales de ejercicio físico regular en el paciente diabético**Control glucémico**

- Hipoglucemia (durante o postejercicio) en pacientes tratados con insulina o sulfonilureas
- Hiperglucemia y cetosis en situación de mal control o tras ejercicio físico violento

Cardiovasculares

- Agravamiento de patología cardiovascular previa (a menudo silente): angina, infarto, arritmias, muerte súbita
- Excesivo aumento de la presión arterial durante el ejercicio
- Hipotensión ortostática postejercicio

Complicaciones específicas de la diabetes

- Retinopatía grave (proliferativa): Hemorragia retiniana o vítrea y desprendimiento de retina
- Nefropatía: proteinuria, lesiones vasculares renales (?)
- Neuropatía periférica: úlceras y deformidades de los pies
- Neuropatía autonómica: muerte súbita, infarto silente, deshidratación, hipotensión ortostática, hipoglucemia asintomática

tiples beneficios que éste comporta, hay que realizar todos los esfuerzos para que los pacientes diabéticos practiquen el deporte o actividad física que deseen.

Con el objetivo de obtener los máximos beneficios y minimizar los riesgos derivados de la práctica de ejercicio físico, la prescripción debe realizarse conjuntamente entre el paciente y el equipo sanita-

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

Con el objetivo de obtener los máximos beneficios y minimizar los riesgos derivados de la práctica de ejercicio físico, la prescripción debe realizarse conjuntamente entre el paciente y el equipo sanitario.

Hidden page

Hidden page

men físico completos, con especial atención a la diabetes (historia, tratamiento, control glucémico, complicaciones tardías) y al sistema cardiovascular. Las exploraciones analíticas deben incluir al menos: glucemia, hemoglobina glicada, niveles de lípidos, creatinina y microalbuminuria o proteinuria. Debe practicarse una prueba de esfuerzo a: pacientes con sospecha de enfermedad cardiovascular; b) pacientes diabéticos tipo I de > 10 años de evolución, edad > 30 años o que presenten nefropatía, enfermedad vascular periférica o neuropatía autonómica, y c) pacientes diabéticos tipo II de > 35 años de edad.

Tipo de ejercicio

En ausencia de contraindicaciones, la elección del tipo de ejercicio físico a realizar por los pacientes diabéticos debe basarse en las preferencias personales. Los deportes en los que la hipoglucemia aumenta considerablemente el riesgo, e incluso puede llevar a la muerte (escalada, submarinismo, vuelo sin motor, paracaidismo, etc.) deben desaconsejarse en los pacientes con medicación hipoglucemiante y, en caso de realizarse, deben extremarse las medidas para evitar la hipoglucemia e ir siempre acompañado. El paciente diabético puede practicar deportes de competición y su rendimiento, si está bien controlado, será similar al del no diabético.¹¹

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

Los deportes en los que la hipoglucemia aumenta considerablemente el riesgo, e incluso puede llevar a la muerte (escalada, submarinismo, vuelo sin motor, paracaidismo, etc.) deben desaconsejarse en los pacientes con medicación hipoglucemiante y, en caso de realizarse, deben extremarse las medidas para evitar la hipoglucemia e ir siempre acompañado.

Las actividades más aconsejables son las que utilizan varios grupos musculares, que pueden mantenerse durante períodos prolongados y que son rítmicas y aeróbicas (caminar, correr, nadar, ciclismo, esquí de fondo, bailar, patinar, remar, etc.). Los beneficios están relacionados con la intensidad y no con el tipo de actividad aeróbica realizada, por lo que la selección se basará en las preferencias del paciente y otros factores como la presencia de complicaciones tardías (ver después).

Hidden page

Duración

Debe ser inversamente proporcional a la intensidad en que se realiza el ejercicio. La duración aconsejada para ejercicios practicados 3-5 días/semana a 50-74 % del $\dot{V}O_2$ máx es 20-60 min. Sesiones de menor duración no consiguen los objetivos metabólicos deseados o tienen que realizarse varias veces al día.

Progresión

La tasa de progresión dependerá de las características físicas basales y la edad del paciente, así como de las preferencias y objetivos individuales. Las sesiones iniciales deberían durar 10-15 min y posteriormente incrementar progresivamente la duración e intensidad de acuerdo con las capacidades individuales. Inicialmente es preferible modificar la duración.

Horario

En la elección de la hora para la práctica del ejercicio, además de las preferencias y posibilidades del paciente, debe tenerse en cuenta que el riesgo de hipoglucemia es mayor si coincide con los picos de acción de la insulina (ver después).

Prevención de los cambios glucémicos durante y después del ejercicio

Efectos metabólicos del ejercicio físico en el paciente diabético^{4, 5, 10, 14-17}

En la diabetes mellitus insulino dependiente, durante el ejercicio actúan los mismos factores hiperglucemiantes que en el no diabético, con excepción del descenso de la insulinemia (figura 11.1). La

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

La administración exógena de insulina constituye el principal factor de disregulación, ya que no está sometida a ningún control neurohormonal interno y, por tanto, la insulinemia no disminuye durante el ejercicio.

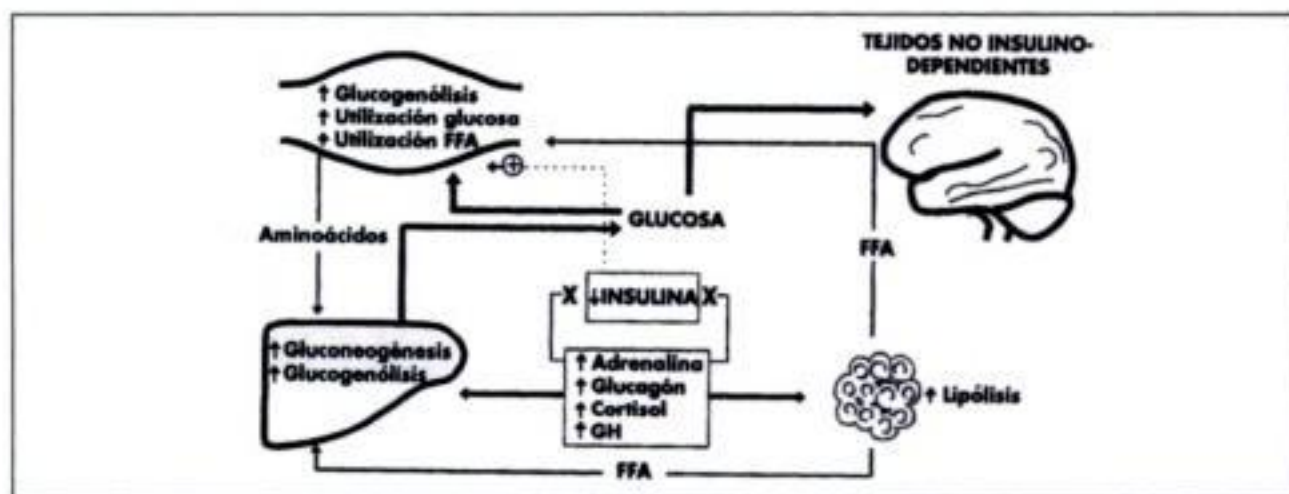


Figura 11.1. Respuesta metabólica al ejercicio en el sujeto diabético. FFA = ácidos grasos libres

administración exógena de insulina constituye el principal factor de disregulación, ya que no está sometida a ningún control neurohormonal interno y, por tanto, la insulinemia no disminuye durante el ejercicio.

La respuesta glucémica más frecuente es el descenso de ésta, pero puede producirse incremento o no modificarse. Existen diversos factores (tabla 11.4) que influyen los efectos metabólicos del ejer-

TABLA 11.4
Factores que determinan la respuesta metabólica al ejercicio agudo en la diabetes tipo I

- La glucemia desciende si:
 - Existe hiperinsulinemia durante el ejercicio
 - El ejercicio es prolongado (> 40-60 min) o intenso
 - No se han ingerido suplementos alimentarios.
- La glucemia no cambia si:
 - El ejercicio es corto y poco intenso
 - La concentración de insulina es normal
 - Se toman suplementos alimentarios adecuados
- La glucemia aumenta si:
 - Existe hipoinsulinemia durante el ejercicio
 - El ejercicio es muy violento
 - Los suplementos alimentarios son excesivos

Hidden page

Hidden page

recomendar la utilización de zonas que no van a ser ejercitadas. Sin embargo, estudios posteriores demuestran que el cambio de zona no previene la hipoglucemia inducida por el ejercicio físico¹⁵, e incluso puede ser potencialmente peligroso, ya que el cambio de una zona de absorción más lenta como el muslo a una de absorción rápida como el abdomen también aceleraría la absorción de insulina. En consecuencia, no parece necesario recomendar el cambio de zona de inyección, especialmente si el ejercicio se realiza transcurridos 30-40 min desde la administración de insulina rápida o bien 2-2,5 h tras la administración de insulina intermedia.

Ajustes del tratamiento

Existen diferentes estrategias para prevenir los cambios glucémicos provocados por el ejercicio físico programado en los pacientes diabéticos, ajustando la insulina, la dieta o ambos.^{1, 10, 14, 15, 19, 20, 21, 22, 23, 24}

Sin embargo, el mejor planteamiento es el que surge de la experiencia individual en base a determinaciones de la glucemia antes, durante y después del ejercicio, ya que la respuesta glucémica varía mucho de una persona a otra, y en el mismo individuo dependerá de la intensidad y duración del ejercicio, del momento en que se realiza, del grado de control metabólico, del tipo de tratamiento, etc.

- **Pacientes tratados únicamente con dieta y/o biguanidas.** No existe riesgo de hipoglucemia y por tanto no es necesario tomar ninguna medida.
- **Pacientes tratados con sulfonilureas.** Aunque el riesgo de hipoglucemia es pequeño, ocasionalmente puede presentarse con la práctica de ejercicios intensos y de larga duración. Debe monitorizarse la glucemia y, si es necesario, tomar un suplemento de hidratos de carbono y/o reducir u omitir la dosis previa.¹⁸
- **Pacientes tratados con insulina.** Las modificaciones intentan imitar la disminución fisiológica de los niveles de insulina durante y después del ejercicio, reduciendo el hiperinsulinismo iatrógeno. En ocasiones esto es innecesario o bien imposible de realizar, por lo que el hiperinsulinismo debe compensarse con la ingesta de carbohidratos.
- **Ejercicios de baja intensidad y corta duración.** En ejercicios de baja intensidad (< 50 % $\dot{V}O_2$ máx) y corta duración (< 30 min), especialmente si coinciden con el final del efecto de la insulina (niveles de insulina bajos), no suele ser necesario realizar modifi-

caciones del tratamiento. Las modificaciones de la dieta son preferibles en pacientes delgados, en ejercicios no previstos y esporádicos, y cuando la insulina que está ejerciendo el efecto es la intermedia. Por el contrario, es preferible reducir la insulina cuando existe sobrepeso, cuando la insulina que está actuando es la rápida y en los ejercicios programados y regulares.

■ **Ejercicios de intensidad moderada y 30-60 min de duración.**

- **Ejercicios no programados.** La hipoglucemia sólo puede prevenirse mediante la ingesta adicional de carbohidratos. Como pauta inicial se recomienda tomar 10-20 g de hidratos de carbono por cada 30 min de ejercicio moderado. En general es preferible tomar los suplementos durante y al finalizar el ejercicio. Si la glucemia antes del ejercicio es normal-baja o el tiempo transcurrido desde la última comida es > 2-3 h, tomar el suplemento antes y durante o al finalizar el ejercicio.
- **Ejercicios programados.**
 1. Pacientes tratados con 1 o 2 inyecciones de insulina (figura 11.2):

Ejercicio en ayunas. Si únicamente se administra insulina por la mañana, no es necesario modificar el tratamiento. Cuando se inyecta insulina por la noche, puede ser necesario tomar 10 g de hidratos de carbono antes del ejercicio.

Ejercicio por la mañana o después de cenar. Si se administra insulina rápida e intermedia, se puede reducir la dosis de rápida a $2/3 - 1/3$ o tomar 10-20 g de hidratos de carbono por cada 30 min de ejercicio. Si únicamente se administra intermedia, es preferible tomar el suplemento alimenticio. No es necesario modificar el tratamiento si: a) la insulina se administra únicamente antes de acostarse; b) el ejercicio se realiza después de cenar y la insulina se administra únicamente antes del desayuno.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

Las modificaciones de la dieta son preferibles en pacientes delgados, en ejercicios no previstos y esporádicos, y cuando la insulina que está ejerciendo el efecto es la intermedia. Por el contrario, es preferible reducir la insulina cuando existe sobrepeso, cuando la insulina que está actuando es la rápida y en los ejercicios programados y regulares.

Hidden page

te la nocturna cuando el ejercicio se realiza por la tarde o noche, puede ser necesario reducir la dosis siguiente al ejercicio (retardada o basal) en aproximadamente un 20 % o tomar un suplemento de hidratos de carbono.

- **Ejercicios muy intensos y de larga duración.** Los ejercicios intensos y de larga duración (esquí de montaña o de fondo, maratón, ciclismo, etc.) siempre deben ser planificados, ya que es preciso reducir las dosis de insulina e incrementar la ingesta de hidratos de carbono durante y después del ejercicio.¹⁹ La insulina que actúe durante la actividad física se reducirá en aproximadamente un 50 % (puede ser necesario incluso una reducción del 80 %) y se incrementará la ingesta de carbohidratos (20 g por cada 30 min de ejercicio). En estos ejercicios el riesgo de hipoglucemia postejercicio es elevado, por lo que deberán reducirse las dosis postejercicio (25-50 %), aumentar la ingesta de hidratos de carbono y realizar controles de glucemia más frecuentes en las 12-24 h siguientes.
- **Ejercicios muy intensos** ($> 80\% \dot{V}O_2\text{máx}$) y cortos (10-15 min). En éstos es frecuente observar fases transitorias de hiperglucemia (1/2 - 2 h) postejercicio²⁵, especialmente si el control previo no es bueno y en pacientes menos entrenados. En estos casos no debe reducirse la dosis de insulina previa al ejercicio y deberán evitarse cuando el control glucémico no sea bueno o los niveles de insulinemia sean muy bajos (final del efecto de la dosis). También se evitarán las dosis extras de insulina por el riesgo de hipoglucemia postejercicio.

Ejercicio físico en los pacientes con complicaciones tardías

Aunque los programas de ejercicio físico representan un papel importante en el manejo de la diabetes, en presencia de complicaciones tardías la relación riesgo/beneficio puede aumentar, por lo que la prescripción debe ser mucho más cuidadosa. A continuación se resumen algunas recomendaciones para las diferentes complicaciones específicas de la diabetes.^{3, 6, 26}

Neuropatía periférica

- **Evitar.** Ejercicios que pueden causar traumatismos en el pie: Caminatas prolongadas, correr, cinta ergométrica, saltar, etc.

- **Ejercicios recomendados.** Natación, ciclismo, ejercicios en la silla y de brazos.
- **Cuidados.** Revisión frecuente de los pies, extremar la limpieza y mantener la piel seca y lubricada. Utilizar calzado apropiado.

Neuropatía autonómica

- **Riesgos.** Muerte súbita, infarto silente, hipotensión e hipertensión, deshidratación, hipoglucemias graves.
- **Recomendaciones.** Prueba de esfuerzo submáximo. Ejercicios poco intensos y que no modifiquen la TA: Actividades acuáticas, bicicleta estática y ejercicios sentado.
- **Precauciones.** Evitar cambios bruscos de posición y temperaturas extremas. Monitorización frecuente de la glucemia.

Retinopatía

- **Riesgos.** Fundamentalmente en la retinopatía no proliferativa grave y en la proliferativa (RP).
- **Evitar.** Ejercicios que aumenten la TA bruscamente (actividades físicas violentas, maniobra de Valsalva, levantamiento de pesos, ejercicios isométricos) y conlleven movimientos de bajar la cabeza (gimnasia, yoga) y de contacto (boxeo, artes marciales, etc.).
- **Contraindicaciones.** RP activa (hemorragia vítrea, tracción fibrosa), fotocoagulación o cirugía recientes.
Recomendaciones. Ejercicios aeróbicos de baja intensidad (bicicleta estática, caminar, natación). Mantener la TAS < 170 mm Hg. Control de la retinopatía cada 1-12 meses, según la afectación.

Nefropatía

- **Riesgos.** Posiblemente derivados de los cambios hemodinámicos, renales y la elevación de la TA, que pueden aumentar la proteinuria.
- **Evitar.** Los ejercicios que aumentan la TA (levantamiento de pesos, ejercicios aeróbicos intensos y los que conllevan maniobras de Valsalva).
- **Recomendaciones.** Mantener la hidratación. Controlar la TA y la proteinuria/albuminuria.

Hidden page

Hidden page

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

El ejercicio actuaría por medio de la inducción de una mayor actividad de la lipoproteinlipasa (LPL) tanto en músculo como en tejido adiposo, proporcionando más sustrato para la formación de HDL.

Efecto del ejercicio físico en los niveles de triglicéridos (TG)

La hipertrigliceridemia *per se* no confiere un incremento del riesgo cardiovascular, pero sí influye secundariamente en los niveles y composición de las partículas HDL y LDL. Los niveles más bajos de TG favorecen una formación menor de partículas LDL pequeñas y densas, asociadas a un mayor potencial aterosclerótico. Los deportistas, especialmente los corredores de fondo, presentan concentraciones inferiores de TG con respecto a la población general^{30,38}. El entrenamiento físico produce un descenso en los niveles de TG, siempre que éstos no fueran ya previamente bajos.³⁹ Asimismo, una sola sesión de ejercicio ejerce un efecto temporal de descenso de los TG que es proporcional a su nivel previo.

El ejercicio actuaría por medio de la inducción de una mayor actividad de la lipoproteinlipasa (LPL) tanto en músculo como en tejido adiposo, proporcionando más sustrato para la formación de HDL.

Efectos del ejercicio físico en los niveles de colesterol total (CT)

En la mayoría de los estudios observacionales la concentración de CT en los sujetos con mayor actividad física no es diferente de la de sus controles sedentarios.^{38,40} Los principales estudios de intervención tampoco han aportado evidencias de que el ejercicio sea capaz de disminuir la concentración de CT.⁴¹⁻⁴² Por consiguiente, los niveles de CT no parecen modificarse con el ejercicio. Sin embargo, la actividad física sí parece modificar el contenido en colesterol de las diferentes partículas.

Efectos del ejercicio físico en las concentraciones de HDL-colesterol

Aunque los estudios transversales muestran que los deportistas tienen mayores niveles de HDL que la población general³⁰, los resultados de los estudios sobre el efecto del ejercicio físico en las concentraciones de HDL son más controvertidos.^{43,44} La magnitud del ejercicio necesaria para percibir cambios debe ser superior al equivalente a un gasto energético de 1.000 kcal/semana. Este umbral es inferior en pacientes con enfermedad coronaria. En pacientes añosos el tiempo requerido para obtener cambios es superior a un año y parece relacionarse con cambios en el índice de masa corporal en hombres y con el índice cintura/cadera en mujeres.⁴⁵ El aumento en los niveles de HDL parece estar relacionado con un menor catabolismo y una vida media mayor de estas partículas. Como puede verse en la figura 11.4 el ejercicio físico disminuye la actividad de la lipasa hepática (LH) por lo que se reduce el paso de HDL₂ a HDL₃. Del mismo modo produce un aumento de la actividad de la lecitin-colesterol aciltransferasa (LCAT) que cataliza la transferencia de ácidos grasos desde lecitina y colesterol esterificado, en la producción de HDL. La síntesis de HDL está favorecida por la inducción de una mayor actividad lipoproteinlipasa (LPL), que cataboliza las partículas VLDL ricas en triglicéridos dando elementos para la síntesis hepática de HDL.

Efectos del ejercicio físico en las concentraciones de LDL-colesterol

Los estudios sobre la acción del ejercicio físico en las concentraciones de LDL ofrecen los resultados más discordantes. En general se objetivan descensos de poca cuantía (5-10 %)⁴⁶ y este efecto beneficioso se obtiene con mayor frecuencia si se acompaña de pérdida de peso. La ausencia de cambios cuantitativos no necesariamente implica una falta de cambios favorables. Algunos autores encuentran descensos en la proporción de LDL pequeñas y densas^{47,48} aunque este punto no ha sido confirmado por otros.⁴⁹

Prescripción de ejercicio físico en pacientes con dislipemia⁵⁰⁻⁵²

El ejercicio de intensidad moderada, como caminar con paso rá-

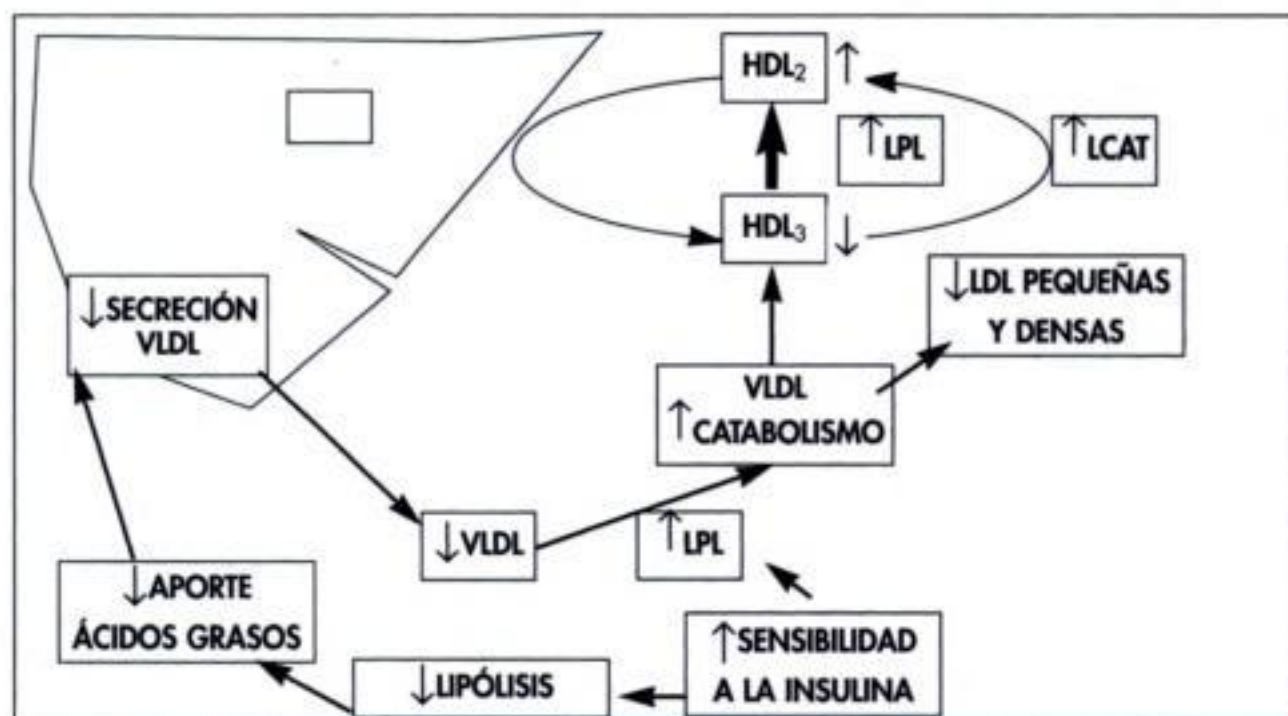


Figura 11.4. Esquema de la influencia del ejercicio físico aeróbico sobre el metabolismo de las lipoproteínas. La inducción de una mayor sensibilidad a la insulina disminuye la lipólisis e indirectamente reduce la secreción hepática de lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL). La inducción de la lipoproteinlipasa (LPL) favorece el catabolismo de las VLDL y el paso por HDL₃ (HDL = High Density Lipoproteins) a la forma más protectora de la aterogénesis (HDL₂). Esta transferencia se ve igualmente favorecida por la mayor actividad de la lecitín-colesterol-aciltransferasa (LCAT) y la menor acción de la lipasa hepática (LH), contrariamente a lo observado en individuos obesos y sedentarios.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

Podemos afirmar que existe una disociación entre los cambios en el perfil lipídico y los cambios en el $\dot{V}O_2$ máx. El factor más importante, especialmente en cuanto al incremento de los niveles de HDL, es el gasto energético derivado del ejercicio.

pido, realizado a diario, no necesariamente mejorará el entrenamiento cardiorrespiratorio. Sin embargo, puede generar un gasto energético capaz de aumentar la sensibilidad a la insulina, reducir la grasa corporal y mejorar el perfil lipoproteico.

Los estudios que valoran el ejercicio más intenso (entre el 70 y el 90 % de la FC o del $\dot{V}O_2$ máx) refieren cambios favorables en los niveles de lipoproteínas, siendo el descenso de las concentraciones de TG el hallazgo más frecuente.

Hidden page

- **Frecuencia.** Puede realizarse en una o varias sesiones. Se recomienda un mínimo de 3 días, aunque lo ideal sería una frecuencia de 5 días/semana.
- **Intensidad.** Se recomienda una intensidad moderada (50-75 % del $\dot{V}O_2$ máx.).
- **Duración.** Se sabe que cuanto mayor sea la energía consumida por sesión y mayor duración tenga ésta, mayor será la posibilidad de obtener cambios sustanciales. Se recomiendan sesiones de 20-60 min de duración. Puede ser en una o varias sesiones.
- **Progresión.** El programa de ejercicio debe incluir una fase inicial de baja intensidad cuya duración dependerá de la capacidad de adaptación del individuo. La progresión se realizará aumentando paulatinamente la duración y la intensidad hasta llegar a la fase de mantenimiento, siendo preferible inicialmente incrementar la duración.
- **Supervisión.** La supervisión no es globalmente necesaria pero puede ser importante en pacientes con antecedentes de enfermedad coronaria. Otros criterios incluyen: historia de desarrollo de arritmias durante el ejercicio, insuficiencia cardíaca, artropatías y trastornos psicológicos. Para pacientes que realicen sus sesiones de ejercicio en casa puede ser útil el uso de una monitorización por vía telefónica que suponga un refuerzo positivo para aumentar la adhesión al programa.

EJERCICIO FÍSICO Y OBESIDAD

El principal objetivo en el tratamiento de la obesidad es conseguir instaurar un balance energético negativo. Este déficit puede conseguirse fácilmente al disminuir las calorías de la dieta. Si consideramos cuantitativamente la potencia de la dieta y del ejercicio físico en producir un balance calórico negativo, el resultado es claramente favorable a la primera. Así, por ejemplo, es relativamente sencillo disminuir el ingreso calórico de 2.800 a 1.200 kcal/día con una dieta hipocalórica, pero por medio del ejercicio físico sólo conseguiremos incrementar el gasto energético en algunos centenares de kcal/día. Algunos trabajos refieren que el ejercicio físico aumenta la pérdida ponderal en pacientes que siguen dietas moderadamente hipocalóricas, aunque los mayores beneficios se obtienen en el efecto a largo plazo sobre el mantenimiento del peso perdido.⁵³ Una ventaja adi-

Hidden page

Hidden page

dad de ejercicio (solo, en grupo) se elegirán en función de las características de cada sujeto, intentando potenciar los factores que puedan aumentar la adhesión al programa.

■ **Tipo de ejercicio.** Se recomienda una actividad dinámica con ejercicios de bajo impacto osteoarticular. Debe incentivarse la práctica de actividades cotidianas como tareas domésticas, desplazamientos al trabajo, subir escaleras, etc., que en el cómputo total del día aumenten el gasto calórico y creen hábitos que rompan el sedentarismo. En general son preferibles ejercicios aeróbicos de baja intensidad y larga duración. La natación puede ser uno de ellos. Estaría especialmente indicada por la amortiguación de la velocidad de los movimientos y la influencia de la gravedad, protegiendo las articulaciones frente a posibles lesiones e incrementando el gasto de energía por la resistencia mediante movimiento. Para mejorar el rendimiento y evitar complicaciones se incluirá una fase inicial de calentamiento y otra de enfriamiento al final de cada sesión. Algunos ejemplos son:

- Caminar. Tareas domésticas.
- Natación.
- Bicicleta. Cinta ergométrica.
- Remo. Esquí de fondo.

■ **Duración-intensidad.** Las indicaciones más habituales refieren gastos energéticos en torno a 250-500 kcal por sesión. Teniendo presente que el ejercicio debe estar programado como de baja intensidad y larga duración, las características se adaptarán al gasto de energía que se pretenda conseguir.

■ **Frecuencia.** Se intentará que la frecuencia sea diaria y como mínimo de 5 días/semana.

Hidden page

AUTOEVALUACIÓN • AUTOEVALUACIÓN • AUTOEVALUACIÓN

- 3** ¿Qué tipo de actividad física, con qué frecuencia y de cuánta duración se aconseja con el fin de mejorar el perfil lipídico?

OBESIDAD-EJERCICIO

- 1** ¿Puede el ejercicio físico ser prescrito como único tratamiento de la obesidad?
- 2** ¿Cuáles son las posibles explicaciones a las diferencias en la respuesta al ejercicio según el sexo?
- 3** Las características físicas de los pacientes obesos hacen que la prescripción de ejercicio tenga determinadas peculiaridades. ¿Cuáles son éstas?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Horton, E. S. (1988). "Exercise and diabetes mellitus". *Med. Clin. North Am.* 72. pp. 1301-1321.
2. Schneider, S. H. y Morgado, A. (1995): "Effects of fitness and physical training on carbohydrate metabolism and associated cardiovascular risk factors in patients with diabetes". *Diabetes Reviews*. 3. pp. 378-407.
3. Schneider, S. H.; Khachadurian, A. K.; Amorosa, L. F.; Clemow, L. y Ruderman, N. B. (1992). "Ten-year experience with an exercise-based outpatient life-style modification program in the treatment of diabetes mellitus". *Diabetes Care*. 15 (suppl. 4). pp. 1800-1810.
4. American Diabetes Association. (1995). *The health professional's guide to diabetes exercise*. Ruderman, N. y Deulin, J. T. (Eds.). Alexandria: American Diabetes Association.
5. Campaigne, B. N. y Lampman, R. M. (1994). *Exercise in the clinical management of diabetes*. Campaigne, B. M. y Lampman, R. M. (Eds.). Champaign, IL: Human Kinetics.
6. Graham, C. y Lasko - McCarthey, P. (1990). "Exercise options for persons with diabetic complications". *Diabetes Educator*. 16. pp. 212-220.
7. Helmreich, S. P.; Ragland, D. R.; Leang, R. W. y Paffenbarger, R. S. (1991). "Physical activity and reduced occurrence of non insulin dependent diabetes mellitus". *N. Engl J Med*. 325. pp. 147-152.
8. Gordon, N. F. (1995). The exercise prescription. En: *The health professional's guide to diabetes exercise*. Ruderman, N. y Deulin, J. T. (Eds.). Alexandria: American Diabetes Association. pp. 71-82.
9. American Diabetes Association (1993). "Exercise and NIDDM" (Technical Review). *Diabetes Care*. 16 (suppl. 2): 54-58.
10. Wasserman, D. y Zinman, B. (1994). "Exercise in individuals with IDDM". *Diabetes Care* 17: 924-937.
11. Harper, P. (1995). "The diabetic athlete as a role model". En: *The health professional's guide to diabetes exercise*. Ruderman, N. y Deulin, J. T. (Eds.). Alexandria: American Diabetes Association. pp. 268-270.
12. Soukup, J. T. y Kovalski, J. E. (1993). "A review of the effects of resistance training for individuals with diabetes mellitus". *Diabetes Educator* 19: 307-12.
13. Horsnsby, W. G. (1995). "Resistance training". En: *The health professional guide's to diabetes exercise*. Ruderman N and Deulin JT (Eds.) Alexandria: American Diabetes Association, pp 85-88.

14. Schiffrin, A.; Parikh, S.; Marliss, E. B. y Desrosiers, M. M. (1984). "Metabolic response to fasting exercise in adolescent insulin-dependent subjects treated with continuous subcutaneous insulin infusion and intensive conventional therapy". *Diabetes Care* 7: 255-260.
15. Kemmer, F. W.; Berchtold, P.; Berger, M. y col (1979). "Exercise induced fall of blood glucose in insulin treated diabetics unrelated to alteration of insulin mobilization". *Diabetes* 28: 1131-1137.
16. Koivisto, V. y Felig, P. (1978). "Effects of leg exercise on insulin absorption in diabetic patients". *N. Engl. J. Med* 298: 77-83.
17. MacDonald, M. J. (1987). "Post-exercise late onset hypoglycemia in insulin-dependent diabetic patients". *Diabetes Care* 10: 584-588.
18. Kemmer, F. W.; Tacke, M. y Berger, M. (1987). "Mechanism of exercise-induced hypoglycemia during sulfonylurea treatment". *Diabetes* 36: 1178-1182.
19. Sane, T.; Helve, E.; Pelkonen, R. y Koivisto, V. A. (1988). "The adjustment of diet and insulin dose during long-term endurance exercise in type I (insulin-dependent) diabetic men". *Diabetologia* 31: 35-40.
20. Sonnenberg, G. E.; Kemmer, F. W. y Berger, M. (1990). "Exercise in type I (insulin-dependent) diabetic patients treated with continuous subcutaneous insulin infusion". *Diabetologia* 33: 696-703.
21. Berger, M. (1995). "Adjustments of insulin therapy". En: *The Health professional's guide to diabetes and exercise*, Ruderman N and Deulin JT, eds. Alexandria: American Diabetes Association; pp 117-122.
22. Kemmer, F. W. (1992). "Prevention of hypoglycemia during exercise in type I diabetes". *Diabetes Care* 15 (suppl. 4): 1732-35.
23. Nathan, D. M.; Madnek, S. F. y Delahanty, L. (1985). "Programming pre-exercise snacks to prevent post-exercise hypoglycemia in intensively treated insulin-dependent diabetics". *Ann Internal Med*. 102: 483-486.
24. Trovati, M.; Anfossi, G.; Vitali, S.; Mularoni, E. y col (1988). "Post-prandial exercise in type I diabetic patients on multiple daily insulin injection regimen". *Diabetes Care* 11: 107-110.
25. Mitchell, T. H.; Abraham, G.; Schiffrin, A. y col (1988): "Hyperglycemia after intense exercise in IDDM subjects during continuous subcutaneous insulin infusion". *Diabetes Care* 11: 311-317.
26. Greenlee, G. (1987). "Exercise options for patients with retinopathy and peripheral vascular disease". *Practical Diabetology* 6. pp. 9-11.
27. Blair, N.; Kohl, H. W.; Paffenbarger R. S. Jr.; Clark, D. G.; Cooper, K. H. y Gibbons, L. W. (1989).

- "Physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy men and women". *JAMA* 262. pp. 2395-2401.
28. Berlin, J. A. y Colditz, G. A. (1990). "A meta-analysis of physical activity in the prevention of coronary heart disease". *Am J Epidemiol.* 132. pp. 612-618.
29. Haskell, W. L. (1986). "The influence of exercise training on plasma lipids and lipoproteins in health and disease". *Acta Med Scand. Suppl.* 711. pp. 25-37.
30. Wood, P. D.; Haskell, W.; Klein, H.; Lewis, S.; Stern, M. P. y Farquhar, J. W. (1976). "The distribution of plasma lipoprotein in middle-aged male runners". *Metabolism* 11. pp. 1249-1257.
31. Leon, A. S.; Connet, J.; Jacobs, D. R. y Rauramaa, R. (1987). "Leisure-time physical activity levels and risk of coronary heart disease and death. The multiple risk factor intervention trial". *JAMA* 258. pp. 2388-2395.
32. Zimmet, P. Z.; Collins, V.; Dowse, G.; Alberti, G. M.; Tuomilehto, J. y Garebo, H. (1991). "The relation of physical activity to cardiovascular disease risk factors in Mauritians". *Am J Epidemiol.* 134. pp. 826-875.
33. Farrell, P. A. y Baboriak, J. (1980). "The time course of alterations in plasma lipids and lipoprotein concentration during eight weeks of endurance training". *Atherosclerosis* 37. pp. 231-238.
34. Brownell, K. D.; Bachorik, P. S. y Ayerle, R. (1982). "Changes in lipid lipoprotein levels in men and women after a program of moderate exercise". *Circulation* 65. pp. 477-483.
35. Baker, T.; Allen, D.; Lei, K. Y. y Willcox, K. K. (1986). "Alterations in lipid and protein profiles of plasma lipoproteins in middle aged men consequent to an aerobic exercise program". *Metabolism* 35. pp. 1037-1043.
36. Stein, R. A.; Michielli, D. W.; Glantz, M. D.; Sardy, H.; Cohen, A.; Goldbelrg N. y Brown, C. D. (1990). "Effects of different exercise training intensities on lipoprotein cholesterol fractions in healthy middle-aged men". *Am Heart J.* 119. pp. 277-282.
37. Després, P. y Lamarche, B. (1994). "Low-intensity endurance training, plasma lipoproteins and the risk of coronary heart disease". *J Int Med.* 236. pp. 7-22.
38. Lehtonen, A. y Viikari, J. (1978). "Serum triglycerides and cholesterol and serum high density lipoprotein cholesterol in highly physical active men". *Acta Med Scan.* 204. pp. 111-114.
39. Zavaroni, I.; Chen, Y-D. I.; Mondon, C. E. y Reaven, G. M. (1981). "Ability of exercise to inhibit carbohydrate-induced hypertriglyceridemia in rats". *Metabolism* 30. pp. 775-780.
40. Berg, J.; Keul, J.; Ringwald, R.; Deus, B. y Wybitul, K. (1980). "Physical

Hidden page

- tement for health professionals by the Committee on Exercise and Cardiac Rehabilitation of the Council on Clinical Cardiology, American Heart Association". *Circulation* 86. pp. 340-344.
51. Rodríguez, F. A. (1995). "Prescripción de ejercicio y actividad física en personas sanas (y IV). Pérdida de peso, condición musculoesquelética y edad". *Atención primaria* 15. pp. 394-400.
 52. Levine y Balady, G. J. (1993). "The benefits and risks of exercise training: the exercise prescription". *Adv Int Med*. 38. pp. 57-79.
 53. Kayman, S.; Bruvold, W. y Stem, J. S. (1990). "Maintenance and relapse after weight loss in women: behavioral aspects". *Am J Clin Nutr*. 52. pp. 800-807.
 54. Wood, P. D.; Stefanick, M. L.; Williams, P. T. y Haskell, W. L. (1991). "The effects on plasma lipoproteins of a prudent weight-reducing diet, with or without exercise, in overweight men and women". *N Engl J Med*. 325. pp. 461-466.
 55. Williams, P. T.; Krauss, R. M.; Vranizan, K. M. y Wood, P. D. S. (1990). "Changes in lipoprotein subfractions during diet-induced and exercise-induced weight loss in moderately overweight men". *Circulation* 8. pp. 1283-1304.
 56. Björntorp, P.; De Jonge, K. y Sjöström, L. (1970). "The effect of physical training on insulin production in obesity". *Metabolism* 19. pp. 631-636.
 57. Schwartz, R. S.; Shuman, W. P.; Larson, V.; Cain, K. C.; Fellingham, G. W.; Beard, J. C.; Kahn, S. E. Stratton, I. R.; Cerqueira, M. D. y Abrass, I. B. (1991). "Effect of intensive endurance exercise training on body fat distribution in young and older men". *Metabolism* 40. 545-551.
 58. Krotkiewsky, M. y Björntorp, P. (1986). "Muscle tissue in obesity with different distribution of adipose tissue: effects of physical training". *Int J Obes*. 10. pp. 331-339.
 59. Andersson, B.; Xu, X. F.; Rebuffe, M. S.; Terneny, K.; Krotkiewsky, M.; Björntorp, P. (1991). "The effect of exercise training on body composition and metabolism in men and women". *Int J Obes*. 15. pp. 75-81.
 60. Blair, S. N. (1993). "Evidence for success of exercise in weight loss and control". *Ann Inter Med*. 119. pp. 702-706.

Prescripción de ejercicio físico en la prevención y el tratamiento de los trastornos del metabolismo minero-cálcico

Dr. Jordi Farrerons Minguella

Unidad de Metabolismo Minero-cálcico,

Departamento de Medicina Interna –

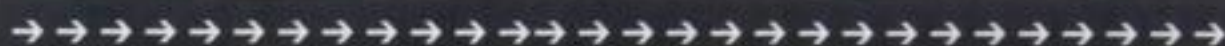
Hospital de la Santa Creu i Sant Pau – Barcelona

RESUMEN • RESUMEN • RESUMEN • RESUMEN

La inactividad repercute negativamente sobre el sistema musculoesquelético. Las lesiones nerviosas conducen a la desmineralización regional, y el encamamiento y los vuelos espaciales dan lugar a una pérdida de masa ósea de predominio trabecular que se produce a nivel de los huesos que soportan carga. En estas situaciones la pérdida ósea es más intensa y mucho más rápida que la observada en otras afecciones que cursan con desmineralización. Se cree que el hueso se recupera al reiniciar la actividad, pero se sabe que se requiere bastante más tiempo que el transcurrido durante la inmovilización.

Los deportistas de elite desarrollan más los huesos del segmento corporal más utilizado, pero no el resto del esqueleto, que no es diferente al de los sujetos de la población general. Los sujetos jóvenes que realizan niveles intensos de ejercicio y consumen dietas con alto contenido en calcio desarrollan un mayor pico de masa ósea que los inactivos.

→



Si el nivel de actividad física es intenso, la pérdida de densidad mineral ósea disminuye en la mujer menopáusica. La masa ósea está directamente relacionada con la fuerza y masa muscular y con la capacidad aeróbica.

En edades avanzadas el hueso también responde a la actividad física. En estos segmentos de edad el cumplimiento se hace muy difícil y explica la mayoría de fracasos. Los hombres (en EE UU) hacen de 2 a 3 veces más ejercicio vigoroso que las mujeres. Los practicantes en la gama de ejercicio intenso —que es el que reporta beneficios óseos— son sólo un 3 % de la población (en EE UU) por encima de los 50 años de edad.

Los niveles de actividad física que causan amenorrea disminuyen la masa ósea y aumentan la incidencia de las fracturas por estrés.

El reposo es el mejor aliado de la osteoporosis. Para conservar la masa ósea, y para aumentarla, se requieren niveles de actividad física importantes. Son necesarias tres sesiones semanales de 60 min de duración, como mínimo, y se debe alcanzar niveles de entre el 70 y 80 % de la FC_{máx}.

En la osteoporosis avanzada debe evitarse los ejercicios de enrollamiento y torsión de la columna. Se propone una pauta secuencial de ejercicios respiratorios, isométricos, de relajación, de estiramiento y abdominales en el tratamiento de esta enfermedad. Más adelante podrá añadirse ejercicios de tipo aeróbico.

Palabras clave: Absorciometría fotónica de doble haz (AFD). Absorciometría con un único fotón (AUF). (DMO). Densidad mineral ósea (BMD). Deporte. Formación ósea. Ingravidez. Inmovilización. Masa ósea. Osteopenia. Osteoporosis. Pico de masa ósea. Resorción ósea. Tomografía axial computarizada cuantitativa (TACC).

El esqueleto cumple diversas funciones: desde proteger los órganos nobles (cerebro, pulmones, corazón) contra agentes externos, hasta regular el aporte de calcio y otros minerales a la sangre y al medio celular. El hueso debe adaptarse a numerosas fuerzas y sobrecargas mecánicas, desde la misma gravedad hasta las tracciones de los tendones en el momento de la contracción muscular. Estas fuerzas son un importante estímulo en el desarrollo y en el metabolismo óseo. En 1892 Wolff desarrolló la teoría de que un hueso sometido a una fuerza que lo dobla origina una mayor formación ósea en su concavidad y una mayor resorción en su convexidad. Desde los trabajos de Wolff se han acumulado los estudios que señalan la influencia positiva del ejercicio en la formación ósea —a través de las tensiones y presiones que los músculos ejercen sobre el

hueso— y el aumento de la resorción ósea (destrucción) que se deriva de la inactividad en general.

En este capítulo trataremos de las repercusiones que se derivan de la inactividad, de los positivos efectos del ejercicio físico y de la influencia perniciosa del ejercicio físico llevado a ciertos extremos. Terminaremos recomendando, en base a los conocimientos actuales, una pauta de actividad física en función del estado basal de la masa ósea (cantidad de hueso o capital óseo). Debe entenderse que el capítulo, en todo su conjunto, hace referencia a la salud ósea en general, pero muy particularmente a la osteoporosis y su prevención. Otras enfermedades del metabolismo mineral y óseo pueden beneficiarse de estos conocimientos. Sin embargo, las pautas de ejercicio recomendadas se entiende que van dirigidas únicamente a la osteoporosis y a la conservación de la masa ósea en el sujeto sano.

OBJETIVOS

- Conocer las consecuencias del reposo, la ingravidez y el sedentarismo en la salud ósea.
- Conocer los efectos beneficiosos del ejercicio físico en general, y de sus diversas modalidades en la salud ósea.
- Conocer los perniciosos efectos del ejercicio físico llevado a ciertos extremos.
- Conocer patrones de ejercicio físico adecuados para prevenir la pérdida ósea, para mantenerla y para, en lo posible, recuperarla, cuando ya se asiste a su deterioro.

REPERCUSIONES SOBRE EL TEJIDO ÓSEO DE LA INACTIVIDAD Y DE LA INGRAVIDEZ

El mismo Wolff ya anticipó en 1892 que la inactividad por la falta de presión y tensión que el músculo transmite al hueso daba lugar a la osteoporosis por desuso. A mediados de nuestro siglo otros autores definen este síndrome y comprueban que las parálisis nerviosas dan lugar a osteoporosis regional.^{1,2} Whedon y col. en 1949 sometieron a voluntarios a inmovilización en moldes de yeso y comprobaron que se producía un balance negativo de Ca y nitrógeno durante las semanas que duró el experimento.³ En 1952 Stevenson

pudo comprobar una notable reducción en la densidad ósea a rayos X en 85 enfermos que habían sido encamados por diferentes motivos.⁴ En trabajos posteriores Krølner y Toft examinando a 34 sujetos encamados por dolor de espalda comprobaron que perdían un 0,9 % de masa ósea, por semana, medida con la técnica de absorciometría fotónica de doble haz (AFD). La deambulación, no obstante, condujo a recuperar el hueso perdido en 15 semanas.⁵ En la Universidad de Goteborg, Suecia, se comprobó una pérdida de 1-2 % de hueso vertebral, medido por AFD, por cada semana de inmovilización con que fueron tratadas 13 muchachas adolescentes con escoliosis.⁶

En el terreno de las lesiones nerviosas fue Freedman el primero que llamó la atención al notar sendos aumentos de excreción de Ca en heces y orina en enfermos inmovilizados por lesión de médula espinal.⁷ Otros comprobaron que la densidad ósea a los rayos X, especialmente en huesos que soportan carga, disminuía en la poliomiélitis.^{4,8} Minaire y col. demostraron, con técnicas histológicas cuantitativas (histomorfometría ósea), una pérdida del 4 % por mes en las lesiones vertebrales.⁹ Y vio que, cuando se ha perdido un 30 % del hueso trabecular, se alcanza un nuevo estado de equilibrio y cesa la pérdida. En estos pacientes el riesgo de fractura está aumentado.^{10,11}

Se ha comprobado pérdida ósea en los vuelos espaciales. Los astronautas que participaron en el programa Skylab entraron en balance cálcico negativo que fue progresivo a lo largo de 10 semanas, alcanzando valores de 250 mg/día.¹² Aunque parece que ejercicios apropiados pueden reducir las pérdidas de los tripulantes, el riesgo en vuelos prolongados subsistiría si, como algunos creen, no se recupera totalmente el hueso perdido una vez en tierra.

El mecanismo que conduce a la pérdida ósea no está completamente aclarado. Los estudios histológicos demuestran que la resorción ósea aumenta y que la osteoformación se deprime. Como se ha dicho antes, el proceso se acompaña de mayor pérdida de Ca en heces y en orina, con una tendencia a la hipercalcemia y a la hipercalciuria que suele remitir a las 30 semanas, en la gran mayoría. Sería lógico que el proceso cursara con descenso de parathormona (PTH); sin embargo, sucede todo lo contrario.¹³ Esto parece implicar a la PTH en la osteoporosis de la inmovilización, pero su papel y el de las demás hormonas reguladoras del metabolismo mineral no está bien dilucidado. En un trabajo posterior¹⁴ se encontró,

en ancianos encamados por tiempo prolongado, niveles bajos de 25-OH-vitamina D₃ y de un nuevo marcador de resorción, los puentes cruzados del extremo carboxiterminal del procolágeno I, y valores normales del 1,25-(OH)₂-vitamina D₃ y del nuevo marcador de formación, el propéptido carboxiterminal del procolágeno I. El tratamiento con vitamina D elevó ligeramente el 1,25-(OH)₂-vitamina D₃ y provocó un ligero descenso de la PTH. No se modificaron los marcadores de resorción, lo que va en favor de la teoría de la desmineralización secundaria a un aumento primario de la destrucción ósea. El hecho de que el movimiento en el plano horizontal no evite la pérdida ósea en voluntarios humanos sometidos a inmovilización va en contra de que el mecanismo sea de tipo local, como por ejemplo el daño neural. En contra de un factor sistémico, como el cortisol o la tiroxina, está el hecho de que los huesos que no soportan peso no sufren pérdida mineral. En los animales, la inmovilización conlleva cambios en el pH, pero estos cambios y la misma osteoporosis pueden ser evitados con la tiroparatiroidectomía, reflejando más una consecuencia del aumento de la PTH que una relación causal.

El efecto de la gravedad parece crucial para que se mantenga la masa ósea en aquellos huesos que normalmente soportan peso. Así en individuos encamados la práctica de ejercicios vigorosos por espacio de cuatro horas no evitó el balance negativo de calcio.¹⁵ En cambio, dos horas en posición de pie lo normalizaron.¹⁶ Sin embargo en los parapléjicos la osteoporosis por desuso no responde a los efectos de la gravedad. Parece que la contracción muscular es el mejor estímulo para mantener la masa ósea actuando a través de una alteración en las fuerzas piezoeléctricas.

Lanyon y Rubin¹⁷ sometieron a animales de experimentación a diferentes cargas mecánicas y comprobaron que, para evitar el aumento de resorción que se produce con la inmovilización, las fuerzas necesarias eran bastante inferiores a las que hacían falta para producir una respuesta osteogénica que superara la resorción ósea. Sus datos sugieren que para que el ejercicio sea osteogénico debe de ser variado, vigoroso y no repetitivo. En cultivos celulares^{18,19} se ha visto que las fuerzas tensoras aplicadas sobre los osteoblastos estimulan la producción de prostaglandina E₂ (PgE₂), que a su vez induce la producción de AMPc y ADN. Además, algunas poblaciones celulares se estimulan, de modo específico, por intensidades específicas de campos eléctricos. Estos estímulos eléctricos pueden sal-

tarse el sistema de PgE_2 disparando directamente la adenilciclase e induciendo la síntesis de ADN. Se conoce que la PgE_2 , aunque es un estimulante de la resorción ósea, a bajas concentraciones estimula la osteogénesis.

Para intentar unificar criterios y aportar el máximo de información y discusión de los efectos de la inmovilización y los vuelos espaciales sobre el hueso, se celebró una reunión de expertos en San Francisco el 16 de junio de 1982. Las conclusiones más destacables son las siguientes.²⁰ En estas situaciones se producen pérdidas 5-20 mayores que las observadas en otras condiciones causantes de desmineralización. La mayor pérdida se observa a nivel del hueso trabecular, que alcanza un 1 % a la semana. A nivel del hueso cortical la pérdida es menor del 1 % mensual, aunque algo mayor en la vecindad de los puntos de inserción muscular. No se produce pérdida en los huesos que no soportan carga. En general la pérdida es reversible pero el tiempo de recuperación es varias veces el de la pérdida. Es de destacar que la inmovilización se acompaña de un aumento importante de la grasa de la médula ósea que puede falsear los resultados de algunos aparatos de medición de la densidad ósea (un 50 % de aumento de la grasa puede disminuir un 25 % la masa ósea medida con la tomografía axial computerizada de una sola energía, y un 3 % cuando se mide con AFD).

EFFECTOS BENEFICIOSOS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA SOBRE LA OSTEOFORMACIÓN

Conocido el impacto negativo de la inmovilidad sobre el sistema esquelético, como corolario, se buscó si los sujetos que desarrollaban

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

En la inmovilización se produce una pérdida de la masa ósea que es más rápida y más importante que la que se da en otras formas de desmineralización. La pérdida se limita a los huesos que soportan carga. Para evitarla es imprescindible que la actividad física sea gravitatoria. Aunque parece que el hueso se recupera al reiniciar la actividad, se requiere mucho más tiempo que el transcurrido en el período de inmovilización.

Hidden page

En el campo de la salud ósea es de mucho mayor interés conocer que pasa con el resto de la población cuando practica deporte o cualquier actividad física en general, y, si el ejercicio puede mejorar la masa ósea cuando está disminuida, o, si por lo menos, puede conservarla. En un estudio en el que se midió la actividad por medio de un cuestionario no se observaron diferencias en la cortical de los metacarpianos entre mujeres activas e inactivas de 60 a 69 años.²⁷ Con el afán de estudiar el efecto del ejercicio en el "pico de masa ósea" (o cantidad máxima de hueso que alcanza un individuo) Block y col.²⁸ estudiaron el efecto del ejercicio sobre la densidad ósea, con TACC, en 28 varones de 26 ± 4 años de edad sometidos a ejercicios vigorosos 6 h por semana durante dos años y los compararon con 18 testigos sedentarios. La masa ósea lumbar fue significativamente mayor en los más activos, y, dentro de ellos, los que mayor densidad tenían eran los que habían practicado ejercicios aeróbicos y de levantamiento de pesas, después los que sólo levantaban pesas y por último los que sólo hicieron ejercicios aeróbicos. Kanders y col.²⁹ agruparon a 60 mujeres de 29 ± 3 años de edad según la ingesta de Ca y los niveles de ejercicio desarrollados previamente, y pudieron comprobar que las más activas tenían un pico de masa ósea mayor en las vértebras medidas con AFD. Cuando la ingesta de Ca era de menos de 750 mg, el ejercicio era ineficaz.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

Los jóvenes que realizan ejercicios vigorosos y consumen dietas ricas en calcio desarrollan una masa ósea lumbar mayor que los sedentarios.

En tres trabajos se estudió la relación entre el ejercicio o la actividad habitual y la masa ósea en mujeres de un amplio espectro de edades que incluía adultas y ancianas. Lane y col.³⁰ comprobaron que mujeres y varones de 50 a 72 años tenían de un 35 a un 44 % más de masa ósea lumbar, medida con TACC, que los controles de la misma edad, después de entrenar durante 9 años corriendo en modalidad de fondo. Talmage y col.³¹ estudiaron a mujeres de 18 a 98 años y comprobaron que las 124 que habían practicado deporte

habían perdido menos hueso apendicular que las 1.105 que habían seguido un estilo de vida sedentario. En otro trabajo Pocock y col.³² fueron los primeros en examinar la relación entre el estado físico y la masa ósea. Estudiaron a 84 mujeres de 20 a 75 años de edad de las que 46 eran menopáusicas. Se calculó el estado físico mediante la medición de la capacidad aerobia (captación máxima de oxígeno, o $\dot{V}O_2$ máx, en litros.min⁻¹ y en función de la FC) con cicloergómetro. La AUF del cuello femoral y la columna vertebral, medidas con AFD, estaban en relación con el $\dot{V}O_2$ máx calculado. Los autores no utilizaron un nomograma ajustado a la edad y esto introduce una fuente de error del 15 % en el $\dot{V}O_2$ máx.³³

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

El ejercicio físico intenso disminuye la pérdida ósea que se produce en la mujer posmenopáusica. La densidad ósea guarda relación con la capacidad aeróbica.

En varios trabajos se ha estudiado la relación existente entre la masa muscular y el contenido mineral óseo. Sinaki y col.³⁴ encontraron una asociación positiva entre la fuerza de los extensores de la columna y la masa ósea vertebral medida con AFD en 68 mujeres sanas postmenopáusicas. Block y col.³⁵ estudiaron a 59 varones jóvenes (18 a 30 años). Un grupo de 20 sujetos eran jugadores de water-polo de competición, otros 19 eran muy activos en diferentes ejercicios con las cuatro extremidades y 20 sujetos eran sedentarios. La AUF no era distinta en los dos primeros grupos, pero en ambos era mayor que en la del grupo sedentario. La masa muscular para-vertebral se correlacionaba con la AUF de los 59 sujetos.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

La densidad ósea está en relación directa con la fuerza y la masa muscular.

Hidden page

completaron el 72 %. Durante el primer año la DMO disminuyó tanto o más en el grupo activo que en el control, pero en los dos años siguientes se observaron cambios positivos en el grupo activo. Williams y col.⁴¹ sometieron a un grupo de varones de 38 a 68 años a un programa que consistía en correr. Un subgrupo corrió un promedio de 141 km/mes y un subgrupo más inconstante sólo 57 km/mes. Los primeros incrementaron su masa ósea a nivel del calcáneo un 3 % a los nueve meses, mientras que permaneció constante en los segundos. En la Escuela de Medicina de la Universidad de Washington unos investigadores⁴² estudiaron los efectos del levantamiento de pesas sobre la columna lumbar, en mujeres posmenopáusicas (62 ± 1 años) con AFD. El programa ergométrico incluyó levantar pesas 50 min/día, durante 3 días a la semana, con un $\dot{V}O_2$ máx de 70-90 %. Se alcanzó un cumplimiento mayor del 90 %. El grupo activo ganó un 4,9 % a los nueve meses y un 6 % a los 12 meses de entrenamiento.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

En estudios longitudinales se ha comprobado que el hueso también responde al ejercicio en edades avanzadas. La respuesta depende de la intensidad del ejercicio y del cumplimiento observado.

En los años 1990 se han publicado dos estudios longitudinales en los que se llega a la conclusión que programas de levantamiento de pesas no tienen efecto, o si lo ejercen, es negativo, sobre la densidad ósea.^{43,44} En el trabajo de Gleeson y col. el incremento anual de DMO fue del 0,81% a nivel vertebral, valor que sería incapaz de aumentar el "pico" de masa ósea en las mujeres premenopáusicas. El porcentaje de abandonos en el grupo activo fue del 49 %. Tampoco Mazzess y col.⁴⁵ encontraron ninguna asociación entre una actividad moderada y la DMO a nivel del radio húmero, columna y cadera. En cambio se ha visto un efecto beneficioso sobre el hueso en otros trabajos.⁴⁶⁻⁴⁸ Recker y col.⁴⁶ comprueban un significativo efecto del ejercicio sobre la DMO lumbar a lo largo de dos años, y una significativa interacción con el Ca. Preisinger y col.⁴⁷ estudian 146 mujeres sanas de $61,15 \pm 6$ años y las dividen de forma aleatoria en dos grupos: uno activo sometido a un programa de ejercicios y otro que sirve de con-

trol. El programa dura $3 \pm 1,3$ años. En el grupo activo sólo el 48 % cumple regularmente el programa. Al término del estudio el subgrupo que cumplió regularmente el programa pierde un 0,3 %; el subgrupo que no cumplió regularmente pierde el 1,8 %; y el grupo inactivo 1,7 %, a nivel del radio proximal, medido con AUF. El trabajo de Greendale y col.⁴⁸ expone los resultados del estudio Rancho Bernardo. Este trabajo es transversal pero dado el número de sujetos analizados y el control que se hace sobre todos los factores de confusión conocidos he creído que merecía ser descrito aquí. El objetivo fue estudiar el efecto de la actividad física en los ratos de ocio en la adolescencia, a los 30 y a los 50 años, y en el momento del estudio, sobre la masa ósea y las fracturas. (Es el primer trabajo que trata de analizar el efecto del ejercicio sobre las fracturas). Se estudió una cohorte de 1.014 mujeres y 689 hombres habitantes de Rancho Bernardo, California, en el período 1988-1991. Se clasificó a cada individuo, después de responder a un cuestionario, según el máximo nivel de ejercicio, en cada segmento de edad estudiado, que podía ser estrenuo (máximo), moderado y flojo. En la adolescencia un 48 % de sujetos hacían actividad estrenua, por un 18 % a los 30, un 13 a los 50 y un 3 % en el momento del estudio. Un 24 % de adolescentes hacían ejercicio moderado, cifra que se modificaba poco en edades posteriores. Y hacían poco ejercicio: un 28 % en la adolescencia; un 44 % a los 30; un 38 % a los 50 y un 56 % durante el estudio. En todos los segmentos de edad los hombres hacían 2-3 veces más actividad estrenua. No se observó ninguna relación entre ejercicio y fracturas. Se vio una asociación positiva entre la actividad actual y la DMO a nivel de la cadera. Si se valoraba el ejercicio realizado a lo largo de toda la vida había una asociación positiva y significativa con la DMO del fémur, y marginalmente significativa con la columna.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

Los estudios realizados en los años noventa corroboran los trabajos anteriores en el sentido de la estrecha relación existente entre la respuesta ósea y el grado de cumplimiento en la actividad física. Destaca el bajo nivel de practicantes en los niveles de ejercicio vigoroso a partir de los 50 años de edad. Los hombres hacen de 2 a 3 veces más ejercicio estrenuo que las mujeres.

EFFECTOS PERJUDICIALES DEL EJERCICIO SOBRE LA SALUD ÓSEA

En un 10 % a 40 % de mujeres corredoras aparecen disfunciones menstruales, cifras que dependen de diversas variables como el porcentaje de grasa corporal, distancias recorridas e historia personal previa de anomalías menstruales.⁴⁹⁻⁵² Se debe considerar un trastorno menstrual ligado al ejercicio cuando aparece con el inicio o la intensificación del mismo. En un trabajo de Lindberg y col.⁵³ un 43 % de corredoras amenorreicas sufrieron fracturas de estrés en el año anterior a las mediciones de masa ósea. Ninguna de las corredoras eumenorreicas ni del grupo control sufrieron fracturas. La DMO del radio era inferior en las amenorreicas que en las eumenorreicas y las controles. Barbara L. Drinkwater⁵⁴ halló una menor masa ósea vertebral en un grupo de deportistas amenorreicas. No existían diferencias, sin embargo, a nivel del radio entre deportistas amenorreicas y eumenorreicas. Los niveles de estradiol y el pico de progesterona eran más bajos en las amenorreicas. No se encontraron diferencias nutricionales, de ingesta de calcio, de grasa corporal, de años de participación en carreras ni en la frecuencia ni en la duración del entrenamiento. Sin embargo, la distancia corrida por semana era mayor en las amenorreicas (76 km versus 40). Este trabajo se ha utilizado como punto referencial de que el ejercicio no consigue compensar, por intenso que sea, de los nocivos efectos del hipoposterogenismo. En una investigación llevada a cabo en 75 bailarinas profesionales de ballet⁵⁵ se encontró una alta prevalencia de escoliosis (24 %, cuando lo esperado es 4 %) y de fracturas (61%). El 69 % de fracturas era de estrés y ocurrían principalmente en los metatarsos. Cuanto más tardía era la menarquia más prevalentes eran la escoliosis y las fracturas. Las bailarinas con fracturas tenían una incidencia de amenorrea secundaria dos veces la de las sin fracturas. Es un ejemplo más de que el ejercicio estrenuo no consigue compensar, a nivel óseo, de los perniciosos efectos del hipoposterogenismo.

Como se comenta más adelante, los enfermos de osteoporosis no deben realizar ejercicios que conlleven flexión del tronco. Sinaki y Mikkelsen⁵⁶ demostraron que las mujeres con osteoporosis que realizaban ejercicios únicamente de extensión sufrían fracturas vertebrales sólo en un 16 %. Por contra, las que hicieron ejercicios dorsales de flexión sufrieron fracturas en un 89 %, y las que realizaron ambos ejercicios las presentaron en un 67 %. El grupo estaba formado por 59 mujeres de 49 a 60 años y fue seguido durante 1 a 6 años.

Hidden page

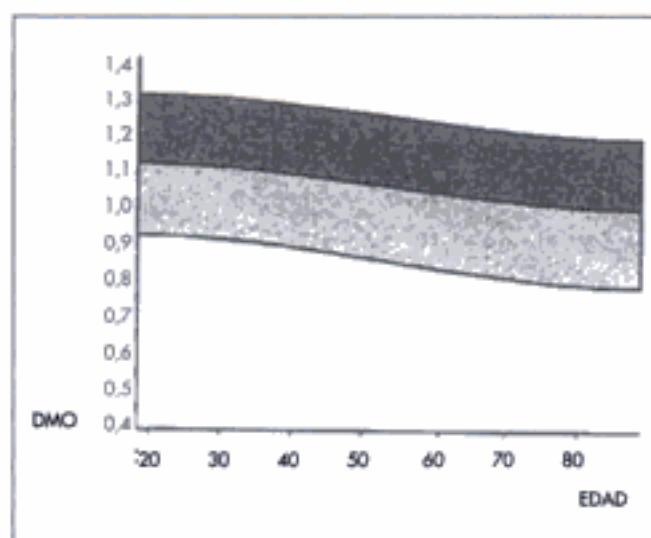


Figura 12.2

$$\text{DMO (L2-L4)} = 1,236 \text{ g/cm}^2$$

Región	DMO	T(30.0)	Z
N/A			
L2	1,244	+1,37 114 %	+1,81 119 %
L3	1,233	+1,18 112 %	+1,63 117 %
L4	1,232	+0,79 108 %	+1,25 113 %
L2-L4	1,236	+1,10 111 %	+1,55 116 %

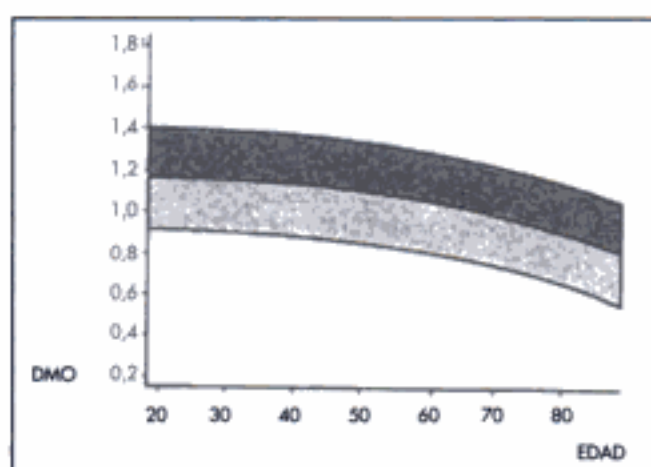


Figura 12.3

en función del T score. Se consideran sujetos sanos aquellos que tienen un T score por encima de -1 SD (sombreado oscuro en la fig. 12.3). Aquellos que tienen un T score de -1 hasta $-2,5$ SD en la epífisis radial, columna vertebral o cuello femoral sufren osteopenia (sombreado claro en la figura 12.3). Los individuos con un T score de menos de $-2,5$ SD en cualquiera de las tres regiones mencionadas sufre osteoporosis (sombreado gris en la figura 12.4).

Si además han sufrido una fractura atraumática, o con un traumatismo mínimo, se debe considerar la osteoporosis avanzada o manifiesta.

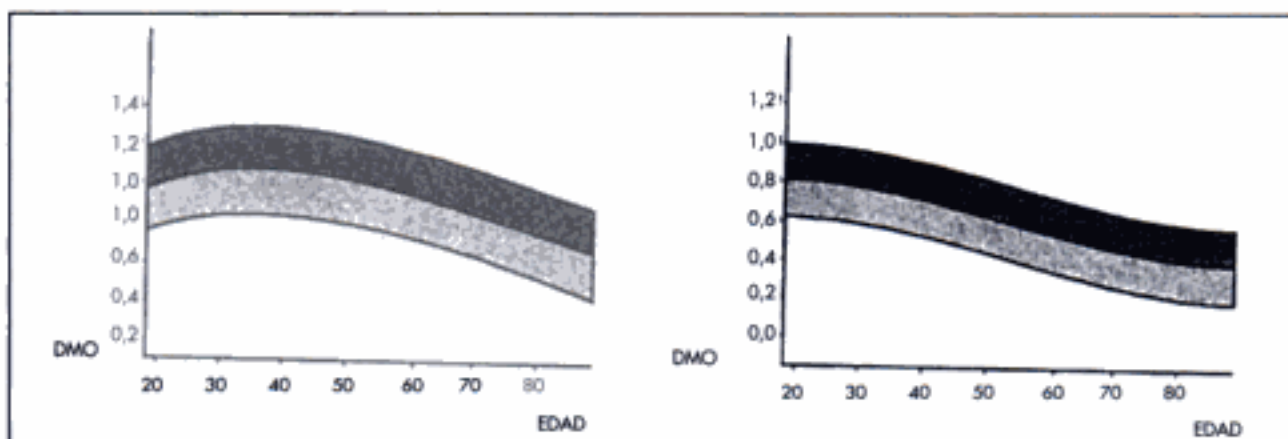


Figura 12.4

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

La densidad mineral ósea puede ser normal o estar disminuida. La disminución se clasifica, en orden decreciente de gravedad, así: osteopenia, osteoporosis y osteoporosis manifiesta o avanzada (que se acompaña de fracturas).

PAUTAS DE EJERCICIO FÍSICO RECOMENDABLES EN FUNCIÓN DE LA MASA ÓSEA

1. Los individuos con masa ósea normal no requieren ningún programa particular de actividad física. Son adscribibles a la población general sana. Las recomendaciones de tipo general dirigidas a la población se podrán aplicar sin ningún tipo de limitación. Con el objetivo de conservar su masa ósea este grupo podrá seguir el mismo programa que se recomienda a continuación a los osteopénicos.
2. En el estado de osteopenia existe una fragilidad ósea y un riesgo subsiguiente de que se produzcan fracturas aumentado. En esta situación hay que perseguir, por un lado, estabilizar la pérdida ósea, para que no aumente más el riesgo de fractura y, por otra parte, conseguir una ganancia ósea que fortalezca el tejido hasta un punto que mejore su resistencia. De los datos de la literatura se puede colegir que el nivel de actividad física necesario para ello es alto. Es preciso realizar una hora por sesión, con una frecuencia mínima de tres veces por semana. O también pueden ser adecuados 30 min diarios. La actividad a desarrollar será con soporte de peso, o gravitatoria, y de tipo aeróbico en 2/3 partes de cada sesión. La natación, por su carácter antigravitatorio, es menos aconsejable que otros deportes. Los ejercicios que han dado los mejores resultados son el *jogging* (mal llamado *footing*) y el aeróbico. Dentro de este grupo, que podemos clasificar como de ejercicio intenso, se pueden situar el tenis, el squash y la bicicleta de montaña o carretera. Actividades de intensidad media, como gimnasia suave, baile de salón, marcha y paseos por la montaña; o de baja intensidad, como caminar, pasear en bicicleta por terreno llano, el golf, el bowling, la petanca y similares, no han demostrado ser eficaces en la recuperación o conserva-

ción de la densidad mineral ósea. No quiere ello decir que estas actividades no tengan efectos beneficiosos. Mejoran la fuerza muscular, la coordinación motora, la reactividad y protección automática frente a las caídas y la flexibilidad. Y, muy importante, fortalecen la comunicación social, el tono vital y la alegría de vivir por el efecto euforizante que conlleva cualquier actividad física.

Para que el ejercicio repercuta positivamente sobre el hueso debe alcanzar unos niveles aeróbicos considerables. Esto sólo se consigue cuando el pulso se acelera hasta ciertos niveles. La FC_{máx} a alcanzar es igual a 220 menos la edad del individuo. El objetivo es llegar al 70-80 % de esta FC_{máx}. Una mujer de 70 años podrá, según esta fórmula, alcanzar una frecuencia entre 105 y 120 lat.min⁻¹ durante el ejercicio. Estos niveles son los máximos deseables y requieren un control médico y el correspondiente calentamiento previo y relajación posterior. Se puede repartir la sesión así: 2/3 partes dedicados a ejercicio estrenuo y el resto entre calentamiento, ejercicios de estiramiento muscular, relajación y ejercicios respiratorios. La actividad física estimula la osteogénesis cuando da lugar a tracciones, variables en intensidad y duración, de los músculos en las inserciones óseas. Así se explica el beneficio propio del *jogging*, salto, carrera y del levantamiento de pesas.

De manera general y esquemática conoceremos que el ejercicio es adecuado porque acelera el pulso y provoca sudoración. La práctica de deportes y actividades diversas adaptadas a los gustos personales de cada individuo se hace más amena y mejora el cumplimiento. La duración del ejercicio por menos de 6 meses no parece que aporte ningún beneficio.

3. En la osteoporosis el riesgo de fractura es muy alto y la edad del enfermo suele ser 60 años o superior. Esto, en sí mismo, implica

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

Los niveles de actividad física que hay que alcanzar para conseguir efectos positivos en el hueso son altos. Son necesarias 3 h semanales de ejercicio, como mínimo, y hay que conseguir unos buenos niveles aeróbicos. La FC debe aumentar hasta el 70-80 % de la frecuencia máxima para el individuo.

Hidden page

decisión y en todo momento. En la fase aguda de una fractura vertebral, el paciente debe estar encamado, pero el mínimo de tiempo. Se combatirá el dolor con analgésicos menores (aspirina o paracetamol) y se iniciarán de inmediato los ejercicios respiratorios, isométricos y de relajación que se mencionan después. Si el paciente no puede abandonar la cama en un máximo de una semana, se le ayudará con una ortesis rígida o semirrígida, según los casos. Si es preciso se realizarán los ejercicios isométricos con el paciente enfundado en el corsé. Una vez tratada con la adecuada técnica ortopédica, se procederá del mismo modo que con cualquier fractura periférica: movilización inmediata del resto de las estructuras esqueléticas.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

El reposo es el gran aliado de la osteoporosis.

En la etapa de dolor crónico y deformaciones vertebrales seguiremos los siguientes estadios: ejercicios respiratorios, isométricos y de relajación; ejercicios de estiramiento vertebral dorsal y de corrección de la curvatura lumbar, y ejercicios abdominales. Estas series de ejercicios no son excluyentes. Cada nueva serie debe añadirse a la anterior, de manera que al final se realizarán todas ellas y en el orden enumerado. Es conveniente acabar siempre con una serie de ejercicios respiratorios.

Estadio de ejercicios respiratorios, isométricos y de relajación

Se harán en decúbito supino, ambiente relajado, sin prisas, y en una habitación cálida y silenciosa. Se harán en el suelo sobre una manta o alfombra de gimnasia de foam o similar. Los ejercicios respiratorios consistirán en respiraciones muy lentas. Se debe alcanzar un ritmo de 2 a 3 respiraciones por min, distribuidas así: 15 s de inspiración, 5 s de pausa y 10 s de espiración. Se dejará un intervalo más o menos largo, según la capacidad del individuo, para recupe-

rarse e iniciar la repetición del ejercicio. Durante la inspiración se hinchará el estómago y se mantendrá hinchado durante todo el ejercicio (figura 12.5). Otro ejercicio, en idéntica postura, se hará con un ayudante comprimiendo con ambas manos la parte alta del abdomen, mientras el paciente realiza el ejercicio de la figura 12.5. El sujeto tratará de evitar que la fuerza del ayudante venza la fuerza que ejerce con los músculos abdominales durante todo el ciclo respiratorio. Más adelante el propio paciente apretará con sus manos mientras respira. El mismo ejercicio se realizará inspirando por la boca haciendo un pequeño ruido y espirando pronunciando una "A" durante todo el tiempo de expulsión del aire, con el objetivo de que el paciente aprenda a concienciar el acto de la respiración. Por último se realizarán inspiraciones intermitentes cortas, con pausas durante las que no se expulsará el aire, seguidas de nuevas inspiraciones hasta alcanzar el máximo de abombamiento del estómago. A continuación se expulsará el aire cantando la "A" como antes. Realizar el ejercicio con espiraciones cortas, con pausas en las que se cierra la glotis y no se expulsa el aire, hasta vaciar completamente los pulmones. Es muy importante que durante todos los ejercicios se hinche el abdomen y se mantenga así durante toda la respiración. Repetiremos estos ejercicios por espacio de 15 min.

En la misma posición (figura 12.6) se apretará con los lomos sobre el suelo de modo sostenido por espacio de 60 s aproximada-

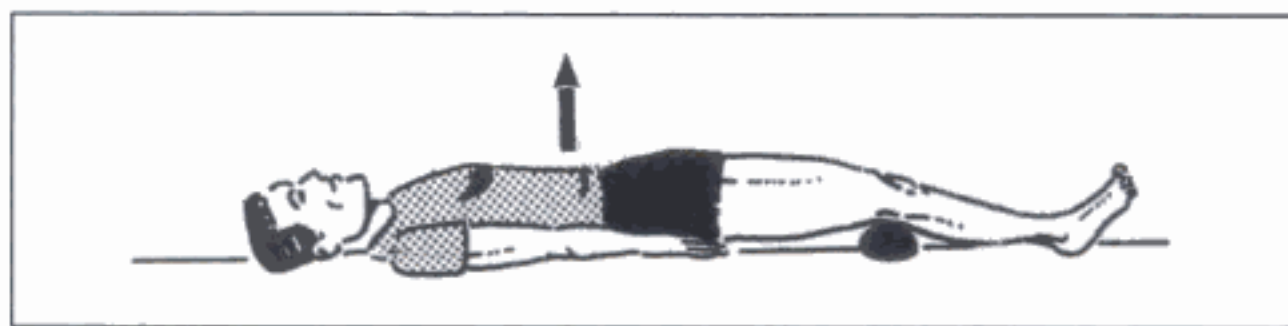


Figura 12.5

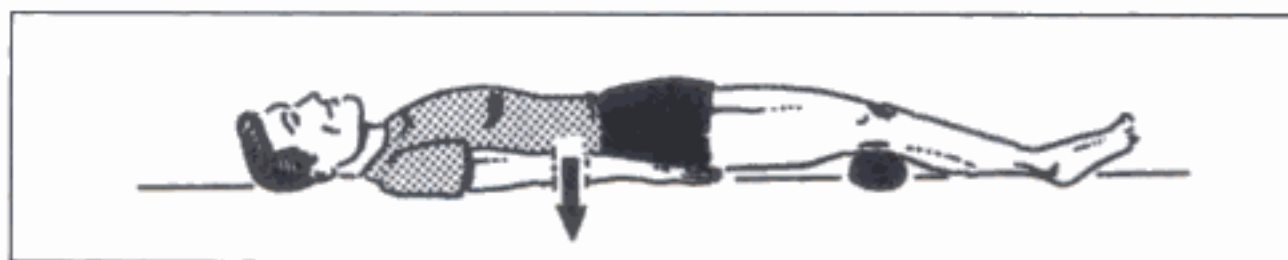


Figura 12.6

mente, soltando los músculos después. Se hará el mismo ejercicio apretando contra el suelo en segmentos superiores hasta llegar a la altura de los hombros (figura 12.7). El mismo ejercicio se hará con los muslos flexionados (figura 12.8). Realizar esta serie de ejercicios isométricos durante 5 min.

Para terminar se harán relajaciones musculares en la misma posición (figura 12.5) respirando muy despacio con los ojos cerrados, intentando abstraerse absolutamente de todo. Puede ayudar a conseguirlo el concentrarse de modo exclusivo en un objeto o una palabra o un color. Hay que llegar a conseguir la completa flaccidez de todo el cuerpo. Dedicar 5 min a este ejercicio.

Estadio de ejercicios de estiramiento vertebral dorsal y corrección de la lordosis lumbar

Estos ejercicios están encaminados a reducir la cifosis dorsal y lordosis lumbar que sufren los pacientes con osteoporosis. Bien es verdad que las deformaciones están fijadas en una notable proporción, pero la actitud que adoptan los enfermos por la caída de los hombros y el acortamiento de los músculos dorsales, el alargamien-

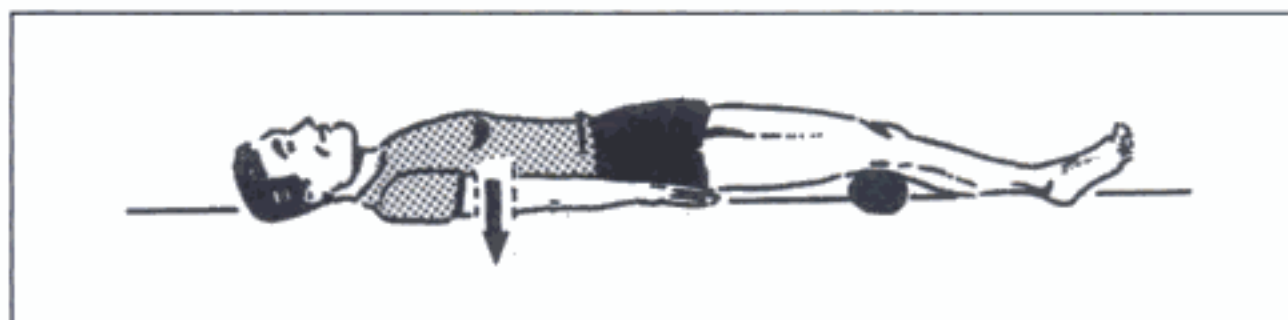


Figura 12.7

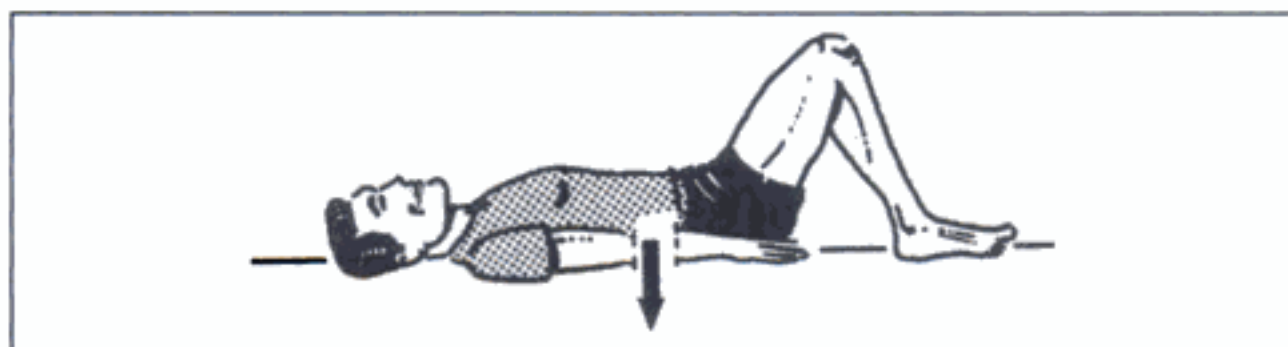


Figura 12.8

Hidden page

Hidden page



Figura 12.15

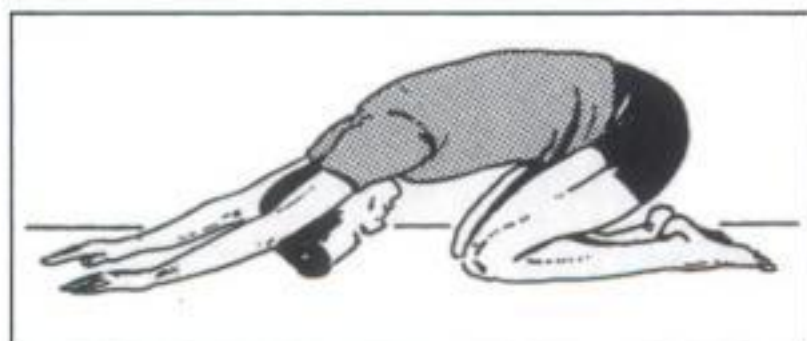


Figura 12.16

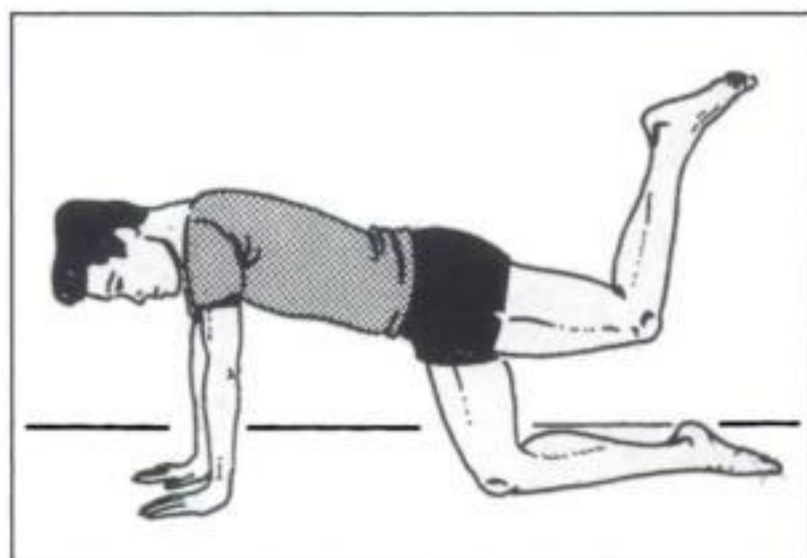


Figura 12.17

extrema, mientras inspiramos. En decúbito prono y una almohada debajo del abdomen (figura 12.15) estirar los brazos a lo largo del cuerpo con las palmas de las manos mirando hacia arriba. Levantar la cabeza y la parte superior del tronco manteniendo el abdomen contra la almohada. Mantener la posición extrema unos 20-30 s. Inspirar al levantarse y espirar al volver a la posición de partida. En cuadrupedia (figura 12.16) estirar al máximo que se pueda los brazos y el cuerpo hacia adelante, inspirando. Mantener la posición extrema unos segundos y volver a la posición de partida expulsando el aire. En cuadrupedia (figura 12.17), apoyar el peso del tronco sobre los brazos extendidos, y levantar una pierna con la cadera extendida y la pierna semiflexionada, inspirando. Contar unos segundos y volver al punto de partida. Cambiar de pierna y repetir.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

Los ejercicios de estiramiento vertebral mejoran la actitud postural y la imagen corporal. Contribuyen a aliviar el dolor y a prevenir las crisis dolorosas secundarias a contracturas musculares, tendinitis y distensiones ligamentosas.

Estadio de ejercicios abdominales

En los enfermos con osteoporosis el arqueamiento dorsal y lumbar provoca una distensión de los músculos abdominales que se vuelven flácidos. Esto da lugar a una hipotonía abdominal y a la pérdida del puntal anterior de la columna vertebral. El resultado es una tendencia a aumentar las deformaciones y al dolor subsiguiente. En las personas mayores —particularmente las mujeres, por el efecto añadido de los embarazos, y porque son las que mayoritariamente presentan osteoporosis avanzadas— se añade la circunstancia de que suelen llevar muchos años sin practicar ningún tipo de ejercicio. Por todo lo dicho es realmente difícil tonificar su abdomen. Hace falta un plan de trabajo muy completo, regular, progresivo y continua-

do. Enumeraremos una selección de ejercicios con este fin, que pretenden tonificar y acortar los músculos abdominales en diferentes posiciones. Cada sujeto deberá seleccionar, según sus posibilidades, unos cuantos inicialmente, para ir añadiendo los demás a medida que su forma física progrese.

En decúbito supino (figura 12.18) con las piernas en semiflexión y las manos bajo la cabeza (se puede realizar con los codos en el suelo, brazos en "U", manos fijadas a espaldaras o a un objeto fijo) levantar una pierna semiflexionada, inspirando y bajarla espirando. El mismo ejercicio llevando la pierna hasta la vertical (figura 12.19). En la posición anterior con las dos piernas semiflexionadas inicialmente (figura 12.20) levantar ambas piernas y dirigir las hacia el

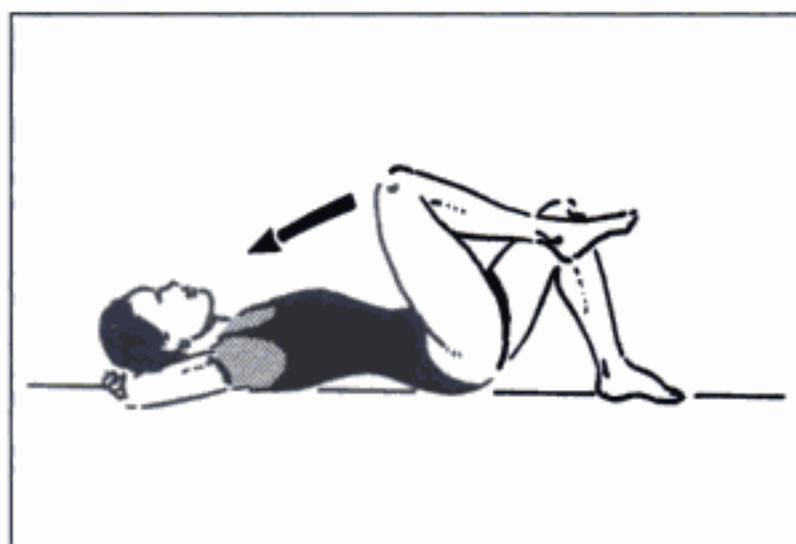


Figura 12.18



Figura 12.19



Figura 12.20



Figura 12.21

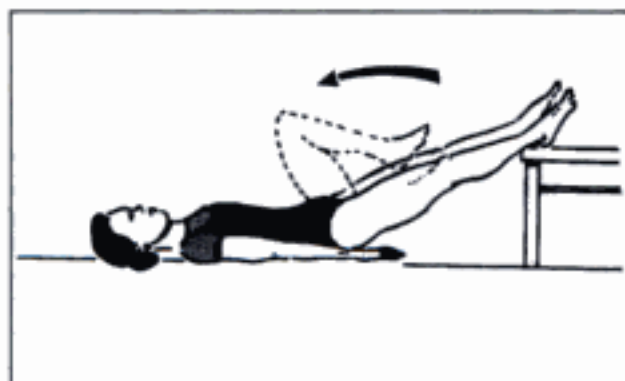


Figura 12.22

abdomen sin despegar los glúteos del suelo. Llevar en el ejercicio anterior las piernas hasta la vertical (figura 12.21). Es muy importante que en todos estos ejercicios se mantenga la región lumbar pegada en el suelo durante todo el ejercicio y que se ejecute a un ritmo respiratorio muy lento.

En decúbito supino con las piernas alzadas y apoyadas en un objeto (figura 12.22) levantar una pierna flexionada y

llevarla al abdomen inspirando, reposarla durante la espiración, y repetir cambiando de pierna. En decúbito supino y piernas estiradas (figura 12.23), colocar las manos debajo de las nalgas y levantar las piernas 20-30 cm del suelo, inspirando y cuidando que los lomos se peguen al suelo. Mantener las piernas levantadas unos 10 s, y reposar espirando. En decúbito supino y piernas semiflexionadas (fig. 12.24) con los brazos a lo largo del cuerpo, levantar la cabeza

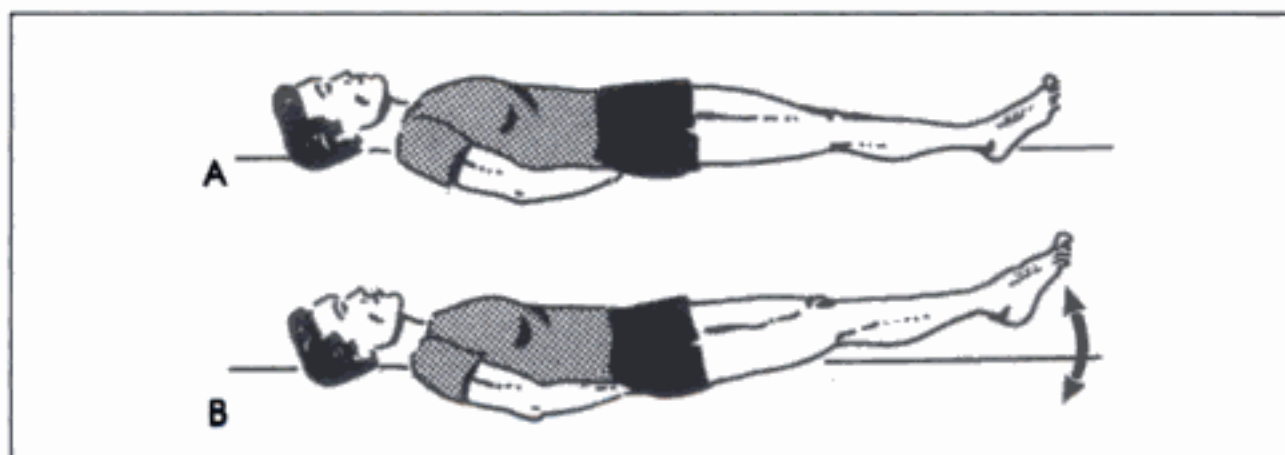


Figura 12.23

Hidden page

Hidden page

Hidden page

Hidden page

Hidden page

Hidden page

Hidden page

- training decreases vertebral bone density in premenopausal women; a prospective study". *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 71. pp. 988-993.
45. Mazzess, R.B. y Barden, H.S. (1991). "Bone density in premenopausal women: effect of age, dietary intake, physical activity, smoking, and birth-control pills". *Am. J. Clin. Nutr.* 53. pp. 132-142.
46. Recker, R.R., Davies, K.M., Hinders, S.M. (1992). "Bone gain in young adult women". *JAMA.* 268. pp. 2403-2408.
47. Preisinger, E.; Alacamlıoglu, Y.; Pils, K.; Saradeth, T. y Schneider, B. (1995). "Therapeutic exercise in the prevention of bone loss. A controlled trial with women after menopause". *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* 74. pp. 120-123.
48. Greendale, G.A.; Barret-Connor, E.; Edelstein, S.; Ingles, S. y Haile, R. (1995). "Lifetime leisure exercise and osteoporosis. The Rancho Bernardo Study". *Am. J. Epidemiol.* 141. pp. 951-959.
49. Fleicht, C.B.; Johnson, T.S.; Martin, B.J.; Sparkes, K.E. y Wagner, W.W. (1978). "Secondary amenorrhea in athletes". *Lancet.* ii. pp. 145-146.
50. Dale, E.; Gerlach, D.H. y Wilhite, A.L. (1979). "Menstrual dysfunction in distance runners". *Obstet. Gynecol.* 54. pp. 47-53.
51. Schwartz, B.; Cumming, D.C. Riordan, E.; Selye, M.; Yen, S.S.C. y Rebar, R.W. (1981). "Exercise-associated amenorrhea: a distinctive entity?" *Am. J. Obstet. Gynecol.* 141. pp. 662-670.
52. Shangold, M.; Freeman, R.; Thyssen, B. y Gatz, M. (1979). "The relationship between long-distance running, plasma progesterone, and luteal phase length". *Fertil. Steril.* 31. pp. 130-133.
53. Lindberg, J.S.; Fears, W.B.; Hunt, M.M.; M.H.; Powell, M.R.; Boll, D. y Wade, C.E. (1984). "Exercise-induced amenorrhea and bone density". *Ann. Intern. Med.* 101. pp. 647-648.
54. Drinkwater, B.L.; Nilson, K.; Chesnut C.H.; Bremner, W.J.; Shainholtz, S. y Southworth, M.B. (1984). "Bone mineral content of amenorrheic and eumenorrheic athletes". *N. Engl. J. Med.* 311. pp. 277-281.
55. Warren, M.P.; Brooks-Gunn, J.; Hamilton, L.H.; Warren, L.F. y Hamilton, W.G. (1986). "Scoliosis and fractures in young ballet dancers. Relation to delayed menarche and secondary amenorrhea". *N. Engl. J. Med.* 314. pp. 1348-1353.
56. Sinaki, M. y Mikkelsen B. A. (1984). "Postmenopausal spinal osteoporosis: flexion versus extension exercises". *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 65. pp. 593-596.

Ejercicio físico y embarazo

Dra. Victoria López – Rodó

Institut Universitari Dexeus – Barcelona

RESUMEN • RESUMEN • RESUMEN • RESUMEN

Los efectos positivos o negativos del ejercicio durante y tras el embarazo aún no están ampliamente consensuados, ni son bien conocidos. Ningún trabajo demuestra sus efectos nocivos pero tampoco ninguno demuestra que sea totalmente inocua la práctica deportiva.

En lo que sí parece que hay unanimidad es en que una mujer ya habituada a la práctica deportiva pueda seguir realizándola sin peligro para ella ni para el feto bajo dos condiciones; moderación y vigilancia médica.

Salvo aquellos deportes no recomendables durante el embarazo, y si los ejercicios a realizar están bien estructurados y van acompañados de sentido común, el ejercicio puede resultar beneficioso para la salud materna en general.

La prudencia, la razón y el sentido común deben primar en los consejos del médico hacia su paciente y, por supuesto y lo más importante, en la conducta diaria de la gestante.

Como dijo el Dr. Roberth Buttle, Director del Centro Internacional de longevidad del Hospital Mount Sinai (de Nueva York): "Si los médicos pudieran recetar ejercicio en forma de comprimidos; éste sería el medicamento más recetado de todos".

Palabras clave: Ejercicio físico. Embarazo. Actividades aeróbicas. Bajo impacto. Gimnasia prenatal. Recuperación posparto.

En la actualidad, el practicar algún tipo de ejercicio físico forma parte del estilo de vida de muchas personas y además, a diferencia de hace unos años, el ejercicio es practicado por ambos sexos por igual. Los beneficios que reporta la actividad física a una mujer no embarazada son bien conocidos, pero el ejercicio en la mujer gestante genera aún hoy cierto grado de polémica en cuanto a sus posibles efectos negativos sobre el desarrollo y crecimiento del feto.

Cada vez es mayor el número de mujeres que trabajan y que tienen interés en practicar ejercicio para mantenerse en una buena forma física, lo que se conoce como "fitness", para gozar así de una buena salud; estas mujeres, cuando llega el momento y quedan embarazadas, desean mantenerse delgadas y ágiles, ya que ello supone que aumentará el control sobre el organismo y también la confianza frente al futuro proceso del parto.

Vamos a ver cuáles son las modificaciones corporales que se originan en la mujer gestante; qué beneficios y posibles riesgos fetales conlleva la práctica de ejercicio y cómo éste, practicado de forma regular, ayuda a la embarazada a sobrellevar mejor muchas de las molestias que aparecen durante la gestación.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia los observadores siempre han relacionado un buen embarazo y parto con el ejercicio. A pesar de ello, siempre había quien defendía que el embarazo tenía que ser un período de reclusión.

Los primeros estudios científicos al respecto fueron realizados a fines del siglo XIX. En 1895 se publicaron datos de más de mil embarazos en los que ya se objetivaba una relación entre el bajo peso al nacimiento y una elevada actividad física materna durante la gestación. Visto de forma retrospectiva, todos esos trabajos no hacían sino confirmar numerosas observaciones que relacionaban ambas cosas, una intensa actividad física, en especial al final del tercer trimestre del embarazo, daba lugar a bebés de tamaño y peso reducidos. A principios de siglo, países como Gran Bretaña, Holanda, Bélgica, Portugal, Austria y Suiza adoptaron leyes en las que se prohibía trabajar en las fábricas a las mujeres embarazadas durante las dos a cuatro últimas semanas de gestación y hasta seis semanas después del parto.

Durante la década de 1940 aparecieron en Europa los primeros programas de ejercicios prenatales con objeto de hacer más fácil el parto y disminuir el dolor. Estos programas se hicieron populares en Estados Unidos y en Europa. La balanza se inclinó entonces a favor del ejercicio físico moderado. Hoy se acepta que practicar ejercicio de forma prudente y regular mejora el estado físico de la mujer embarazada al igual que el de cualquier otra persona, pero además le ayudará a disminuir síntomas molestos debidos a la sobrecarga corporal que supone el proceso.

Según el ACOG (American College of Obstetrics and Gynecologist), las mujeres con buena forma física antes de su embarazo pueden continuar practicando, si no hay limitación médica o física, pues ello no comporta efectos negativos ni sobre ella ni sobre su feto. Las mujeres que lleven una vida más sedentaria siempre se van a beneficiar si siguen un programa de ejercicios prenatales dirigidos por personal especializado con unas pautas concretas con el objetivo de mejorar la salud materna. En 1992 el ACOG publicó una serie de líneas directrices que deben seguir las mujeres que desean practicar de una manera segura ejercicio durante sus embarazos.

Éstos son algunos de los consejos extraídos de la mencionada publicación:

1. Todo programa de ejercicio debe ser seguro y agradable.
2. En caso de duda, se elegirá la opción más segura.
3. El ejercicio es beneficioso al aumentar la resistencia, coordinación y equilibrio.
4. El ejercicio físico regular es siempre preferible al ocasional. Lo mejor es practicar 3 a 5 veces a la semana.
5. La gestante no debería superar nunca las 140 pulsaciones por minuto.
6. Para evitar lesiones musculoesqueléticas se aconseja dedicar unos minutos al precalentamiento y a la relajación final. La laxitud progresiva predispone a las lesiones. Éste es también el motivo contra los estiramientos excesivos.
7. Las sesiones de ejercicio intenso activo no deben superar los 15 a 20 minutos. Esta limitación es para prevenir hipertermias y lesiones. La actividad aeróbica suave puede durar alrededor de 45 minutos.
8. Es básica una ingesta adecuada de calorías y líquidos.

9. Los ejercicios de pesas o resistencia mejoran el tono muscular; han de usarse pesas suaves (1 a 3 kg) para evitar lesiones articulares.
10. Para evitar riesgos, las embarazadas no deberían:
 - Realizar ejercicios en decúbito supino en el tercer trimestre del embarazo (hipotensión).
 - Realizar sobreesfuerzos que aumenten la presión intraabdominal para no lesionar el suelo pélvico.
 - Soportar elevaciones de temperatura superiores a 38° C.
 - Hacer movimientos bruscos en general.
 - Practicar deportes con riesgo de caídas y/o golpes directos en el abdomen.

Dentro de la población de gestantes encontraremos mujeres que practicaban con regularidad algún tipo de ejercicio y otras que por primera vez buscarán su práctica para mejorar la evolución de su embarazo. Estas últimas habrán de iniciar sus ejercicios de una forma lenta y aumentar su intensidad paulatinamente. Como existen unos márgenes de variación amplios entre una gestante y otra en lo referente al ejercicio, hay que seguir siempre un programa individualizado y dirigido para que ello no suponga peligro alguno y podamos extraer el máximo beneficio.

MODIFICACIONES CORPORALES

Las modificaciones que sufre el organismo femenino para adaptarse a la nueva situación son de dos tipos: morfológicas y fisiológicas.

- A. Modificaciones morfológicas: La presencia de un feto en desarrollo implicará una ganancia de peso, un aumento del volumen abdominal y modificaciones de la estática y la marcha.
 - La ganancia de peso es variable de una mujer a otra con un aumento ponderal irreducible de alrededor de 8 kg (feto, placenta, líquido amniótico, útero y mamas), a los que hay que añadir 2-3 kg más por el aumento de líquido extracelular.
 - El aumento del volumen abdominal llega a ser del 70% al final del embarazo, lo que supone indudables repercusiones fisiológicas debido al desplazamiento de diferentes órganos.

- La modificación de la estática se produce por desviación progresiva del centro de gravedad hacia delante, con aumento compensador de la lordosis lumbar. Esta hiperlordosis, junto con el estiramiento de las fibras musculares, la hiperlaxitud de ligamentos y la descalcificación, puede provocar intensas dorsolumbalgias.
 - La modificación de la marcha con separación de los pies se acompaña de un aumento de la movilidad de las articulaciones pélvicas por reblandecimiento del fibrocartilago y vainas sinoviales, y de una separación de la sínfisis púbica y de las sincondrosis sacroilíacas. Todo ello puede causar dolor e hiperestesia sobre la sínfisis y las articulaciones sacroilíacas, dando como resultado la conocida "artropatía pelviana del embarazo".
- B. **Modificaciones fisiológicas:** Los cambios a nivel cardiorrespiratorio implican un aumento del gasto cardíaco, del volumen sanguíneo y de la ventilación pulmonar.

El volumen sanguíneo y la frecuencia cardíaca aumentan, así como el volumen de eyección, mientras que la presión arterial disminuye. Se canaliza más sangre a los órganos internos y menos a los músculos. El útero grávido recibe más aporte (500 ml x minuto) que el de una mujer no gestante, facilitando así el recambio de gases entre la circulación materna y la fetal.

La ventilación de la gestante es más rápida, profunda y eficaz. En las mujeres no gestantes la prescripción de ejercicio se realiza en general en base a la FC óptima, que se calcula en función de la FC máxima según la edad, el sexo y la preparación física.

En la embarazada la relación entre la FC y las mayores exigencias del organismo durante el ejercicio se complica debido a los cambios asociados.

El ejercicio y el embarazo inducen en la mujer efectos similares: aumento de las frecuencias cardíaca y respiratoria y también de la temperatura corporal, con lo cual hay que ser muy prudentes y adaptar un buen programa prenatal a cada gestante.

A medida que el embarazo progresa, la cantidad de oxígeno necesaria para realizar el mismo tipo de ejercicio físico aumenta. Ello es especialmente importante en actividades que dependen del peso de la mujer (andar y correr). Por el contrario, en otras actividades (nadar y bicicleta) las exigencias no dependen del peso y serán

mejor toleradas, no siendo necesario disminuir su intensidad a medida que el embarazo progrese.

De todas maneras, el mejor indicador para controlar la intensidad del ejercicio será la sensación materna de fatiga; lo ideal es que el ejercicio se realice siempre y cuando la gestante aprecie una cierta comodidad al realizarlo.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

El ejercicio y el embarazo inducen en la mujer efectos fisiológicos similares, con lo cual hay que ser muy prudentes y adaptar un buen programa prenatal a cada gestante.

BENEFICIOS DEL EJERCICIO

El tipo de ejercicio más adecuado dependerá del estado de salud de la mujer, de la evolución de su embarazo y de su forma física antes de éste. El embarazo no es el mejor momento para comenzar un deporte nuevo y exigente. Debido a las limitaciones físicas impuestas por los cambios morfológicos y de la estática, en general se recomienda evitar ejercicios de gran impacto y fuerte estrés, pues pueden debilitar la musculatura del suelo pélvico. Con la práctica de ejercicio aeróbico moderado y de la gimnasia prenatal la embarazada adquirirá poco a poco una sensación de bienestar, así como un aumento del nivel energético. Es indudable que con una práctica regular mejora la capacidad cardiopulmonar, se controla mejor el aumento de peso, aumentan la fuerza y el tono musculares y la flexibilidad, y se adquiere un estilo de vida activo, sano y saludable, que sin duda influirá después en que la recuperación postparto sea más rápida. Otros beneficios son el alivio del estreñimiento, la disminución de la ansiedad y la mejora del insomnio; una disminución de la tensión arterial y una ayuda para las gestantes con "diabetes gestacional" (10%), pudiendo contribuir a evitar la necesidad de utilizar insulina para su control y tratamiento.

BENEFICIOS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA

- Evitar el sobrepeso.
- Prevenir la osteoporosis.
- Aumentar el tono muscular.
- Mejorar la flexibilidad.
- Prevenir enfermedades cardíacas.
- Disminuir la tasa de colesterol.
- Contrarrestar la depresión y el estrés.

El ejercicio en general mejora la condición cardiovascular y muscular, favorece la postura y evita el aumento excesivo de peso, lo que permite enfrentarse al trabajo de parto con menos riesgos.

Deportes y actividad física aconsejables:

Siempre se recomienda una actividad física aeróbica regular (3 veces por semana) de bajo impacto y con una duración no superior a 45 minutos por sesión.

Las actividades siguientes pueden ser practicadas a lo largo de la gestación:

- Caminar (al aire libre o en cinta).
- Marcha (con entreno previo, estilo).
- Correr (no está contraindicado en principio).
- Natación (excelente y vigorizante).
- Yoga (aumenta elasticidad; reduce la tensión).
- Danza (actividad de tonificación).
- Aeróbic (evitar saltos y caídas).
- Golf (ideal, aunque al final se verá limitado).
- Steps (evitar brusquedades).
- Ciclismo (se recomienda bicicleta estática).
- Pesas (bajar 70% del peso usado antes).
- Tenis (a nivel no competitivo).
- Remo (ojo zona lumbar. No indicado en la segunda mitad del embarazo).
- Senderismo (su limitación vendrá dada por el terreno, la altitud y el peso de la mochila).

Gimnasia prenatal: Es el ejercicio más idóneo. Diseñada para la situación singular de la gestante. Es la mejor forma de entrenarse. Toda mujer debería tener nociones al respecto, pues se incluirán también ejercicios de relajación y circulación en sus sesiones.

VENTAJAS DE LA GIMNASIA PRENATAL

- Combate los tópicos dolor-parto.
- Participación activa de la mujer.
- Reafirma y flexibiliza los grupos musculares implicados en el embarazo y parto.
- Proporciona mayor oxigenación a los tejidos y al feto.
- Ayuda a acortar el tiempo de recuperación posparto.
- Da mayor serenidad para afrontar los cambios que supone la maternidad.

RIESGOS MATERNOFETALES

En los embarazos de bajo riesgo, el ejercicio no se ha asociado a una mayor incidencia de aborto, parto pretérmino ni rotura prematura de membranas. La única relación científicamente probada es una discreta disminución del peso fetal de hasta 300 g sin repercusión alguna sobre el desarrollo ulterior del niño.

Existen ya numerosos estudios que han comprobado que el ejercicio aeróbico no es nocivo para la unidad maternofoetal. Al final del embarazo aparece una sensación subjetiva de dificultad para mantener el ritmo de trabajo; en parte será debido al aumento de peso y la compresión del útero en el diafragma. El ejercicio se reducirá si las reservas maternas o fetoplacentarias lo aconsejan. En una situación de extenuación el flujo puede sufrir una redistribución y disminuir la vascularización uterina y el aporte al feto. La circulación hacia la placenta podría reducirse también por el aumento de las hormonas al estrés (epinefrina, norepinefrina), pero el filtro placentario hace que sólo un 10% de estas sustancias llegue al feto.

Hidden page

Hidden page

Contraindicaciones relativas

- Hipertensión arterial no relacionada con el embarazo.
- Trastornos endocrinos (hipertiroidismo).
- Enfermedad cardíaca.
- Valvulopatías.
- Enfermedad vascular crónica.
- Enfermedad pulmonar crónica.
- Embarazos múltiples (gemelos, trillizos).
- Anemia materna (< 9 Hb).

Motivos para detener la actividad física: Si la gestante presenta de forma reiterada mareos, hipotensión, dificultad respiratoria, cefaleas, dolor torácico, contracciones, etc., debe dejar la práctica deportiva. Una mujer gestante ha de suspender cualquier ejercicio si ello la fatiga en exceso.

PREPARACIÓN AL PARTO: "EJERCICIOS"

La llamada gimnasia prenatal forma parte de la preparación global a la maternidad. La perspectiva del parto y en definitiva el gran cambio que va a suponer el nacimiento de un hijo suponen un estrés físico y psíquico. El hecho de realizar una serie de ejercicios preparatorios constituye una gran ayuda.

No hay evidencias científicas a favor de la creencia popular de que las técnicas de relajación y respiración facilitan el parto y /o evitan sus complicaciones; aun así, los ejercicios de tonificación y estiramiento sí son útiles, pues preparan mejor la musculatura para el parto y hacen más rápida la recuperación posterior.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

La llamada gimnasia prenatal forma parte de la preparación global a la maternidad

Dentro de la preparación al parto, distinguiremos varios apartados:

- A. Enseñanzas teóricas.
- B. Ejercicios de relajación.
- C. Ejercicios de respiración.
- D. Ejercicios circulatorios.
- E. Ejercicios del suelo pélvico.
- F. Ejercicios de alivio tensional.
- G. Ejercicios de tonificación (espalda, abdomen, pelvis y glúteos).
- H. Ejercicios de preparación del período expulsivo.

A. Enseñanzas teóricas

En las sesiones teóricas se pretende que la pareja comprenda cómo evoluciona el embarazo y cuáles son los mecanismos del parto. Allí también se pueden plantear todas las preguntas que se crea que son importantes, y además es un lugar de encuentro con otras parejas con los mismos temores y las mismas ilusiones.

B. Ejercicios de relajación

No existe una posición ideal para la relajación, pero en general se aconseja el decúbito supino con un almohadón bajo la cabeza y otro bajo las rodillas, los brazos extendidos a lo largo del cuerpo y las palmas de las manos hacia arriba. Si ello es posible, se realizará en un ambiente silencioso, con música suave y relajante. Con ello no solo se busca una relajación física o neuromuscular, sino también una relajación psíquica y emocional. Se intentará relajar poco a poco y de forma ordenada cada región o segmento corporales desde la cabeza a los pies (frente-ojos; boca-mandíbula; cuello-hombros; brazos; tronco; piernas-pies) (figura 13.1).

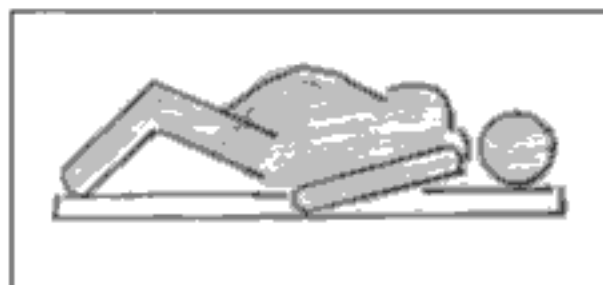


Figura 13.1. Relajación.

Hidden page

D. Ejercicios circulatorios

Intentan mejorar la circulación, en especial a nivel de las extremidades inferiores, evitando la estasis venosa y mejorando el trofismo de los tejidos.

Hay dos posiciones de partida:

- Decúbito supino con las piernas estiradas y los pies descansando en una almohada (figura 13.5).
- Decúbito supino con las piernas estiradas y elevadas en vertical (figura 13.6).

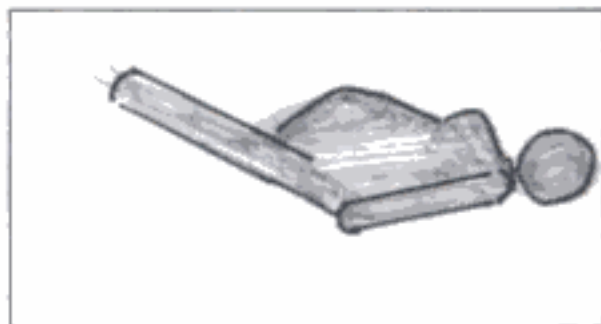


Fig 13.5. Posición de partida, piernas estiradas.

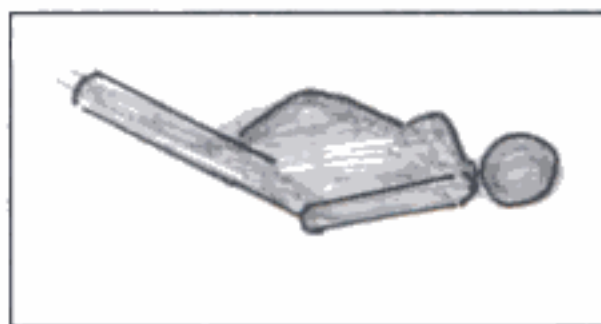


Fig 13.6. Posición de partida, piernas elevadas.

Ejercicios para realizar desde cualquier posición (dedos, tobillos y pies) (figuras 13.7 a-c).

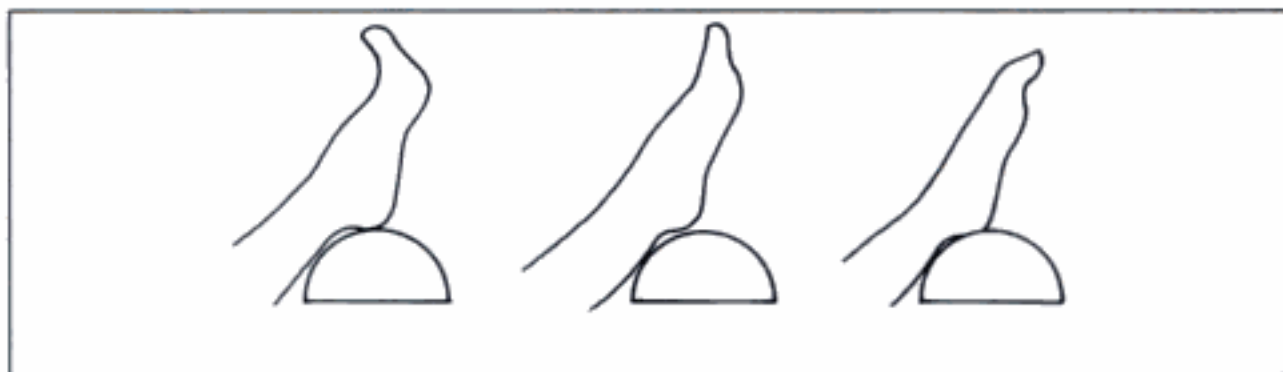


Figura 13.7. (a) DEDOS: Flexión y extensión dedos de los pies.

Hidden page

uretra) y el periné posterior (recto). Se enseñará a contraer voluntariamente estos músculos y a diferenciar la contracción anterior de la posterior. Con estos ejercicios se pretende disminuir las lesiones y las disfunciones del suelo pélvico.

Así pues, hay tres tipos de ejercicio:

(a) Contracción del periné anterior.

Se enseña a realizar sentada en una silla con las piernas abiertas y el cuerpo inclinado hacia delante, con una toalla enrollada bajo el periné. La contracción ha de durar aproximadamente 4 segundos. Se realizarán 60 diarias.



Figura 13.8

(b) Contracción del periné posterior.

También sentada en una silla con las piernas abiertas y la toalla enrollada bajo el periné, pero el cuerpo se inclina hacia atrás y se intenta cerrar el orificio anal.



Figura 13.9

(c) Estiramiento estático:



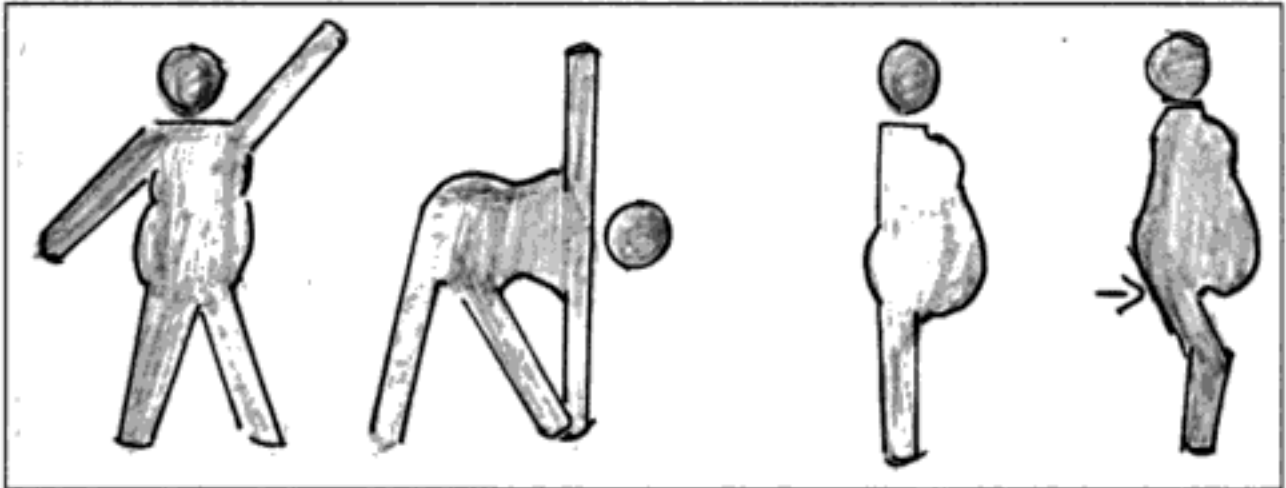
Figura 13.10



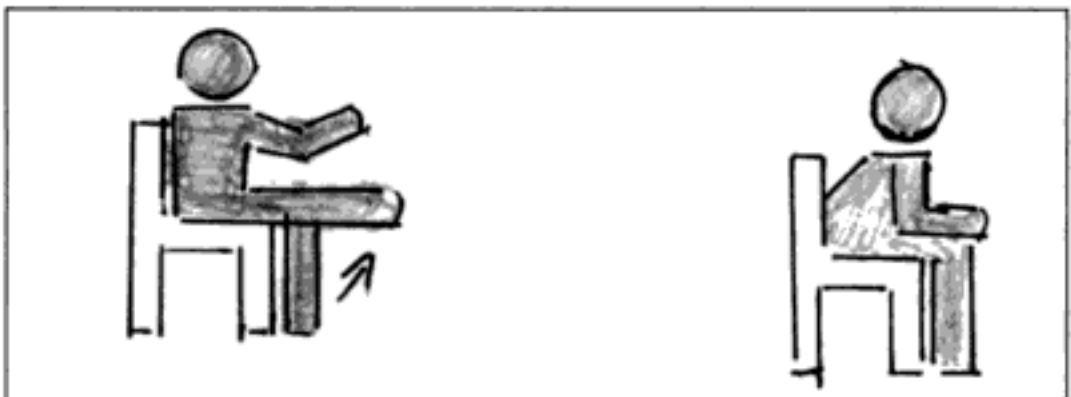
Figur 13.11

Hidden page

Hidden page

Ejercicios de pie*Figura 13.16*

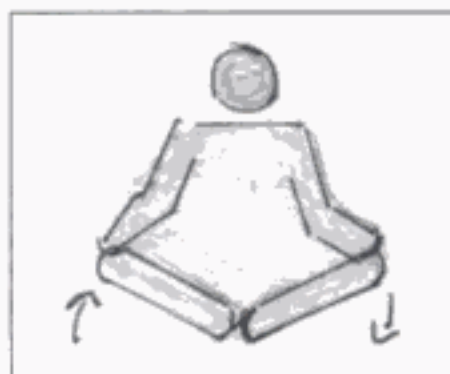
- Apoyada en la pared: corrección postural; piernas separadas; cabeza caída.
- Flexiones de la columna hacia delante.
- Semiflexiones del tronco.
- Estiramientos laterales del tronco.
- Ejercicio de brazos.
- Ejercicio de piernas, elevaciones laterales y de frente.
- Basculación de la pelvis.

Ejercicios sentada en silla*Figura 13.17*

- Elevación de las piernas (cuádriceps).
- Flexión del tronco hacia delante (abdominales).

Ejercicios sentada en el suelo

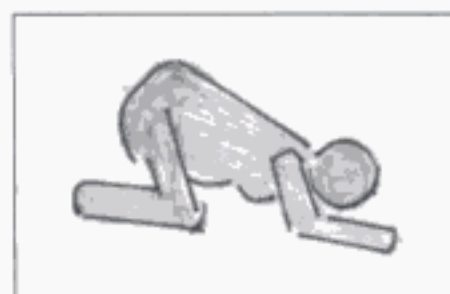
- Rectificación y estiramiento de la columna vertebral.
- Balanceo pélvico.
- Estiramiento de las ingles (figura 13.18).

*Figura 13.18***Sentada de rodillas**

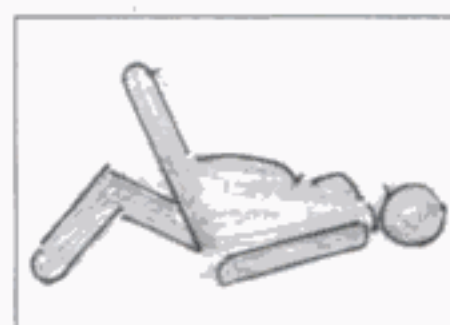
- Levantar el tronco y volver a la posición inicial (figura 13.19).

*Figura 13.19***Posición cuadrúpeda**

- Estiramiento del "asno".
- Balanceo pélvico (figura 13.20).

*Figura 13.20***Decúbito supino**

- Elevación de la pelvis y basculación.
- Abdominales (transversos, oblicuos y rectos) (figura 13.21).

*Figura 13.21*

H. Ejercicios de preparación para el período expulsivo

Estos ejercicios pretenden que la gestante aprenda a combinar la relajación del suelo pélvico y la contracción de la prensa abdominal. En decúbito supino como posición inicial se llenarán los pulmones de aire, se elevará la cabeza y se flexionarán ambas piernas sobre el abdomen sujetándolas mediante las manos homólogas y alejando los codos del cuerpo (figura 13.22 A y B).

- Inspiración profunda.
- Bloqueo del aire en los pulmones.
- Contracción de los músculos de la prensa abdominal y relajación de los del suelo de la pelvis.
- Espiración lenta hasta vaciar totalmente el aire de los pulmones.

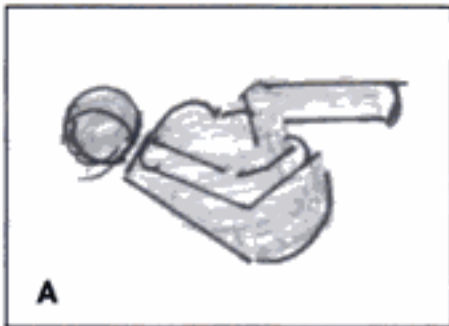


Figura 13.22. A



Figura 13.22. B

EJERCICIO Y LACTANCIA

La lactancia no es incompatible con una actividad física moderada, aunque ésta resulte incómoda y la fatiga pueda modificar los patrones de producción láctea.

Una actividad deportiva de competición en principio sí es incompatible. La cantidad de ejercicio a realizar dependerá de las necesidades de cada mujer. En principio es más importante estabilizar la pauta de producción láctea que preservar la forma de la deportista. Se puede planificar un plan de ejercicios en función de las tomas; siempre será mejor hacer ejercicio después de acabar de amamantar al bebé por varios motivos:

- Las mamas no estarán llenas y molestarán menos. Lo ideal es ejercitar a media mañana.
- Si el ejercicio es duro, el ácido láctico producido podría cambiar el sabor de la leche y causar rechazo por parte del bebé.
- Siempre es más adecuado pensar en actividades que se puedan realizar a cualquier hora del día, con independencia de otras personas y/o del clima (andar, steps, bicicleta estática, bailar, yoga, etc.).
- La natación es excelente para mejorar el tono muscular, pero no es muy eficaz para quemar grasas y/o aumentar la densidad ósea; para ello habrá de combinarse con ejercicios que impliquen soportar el peso corporal.
- Los ejercicios vigorosos de brazos pueden ser contraproducentes. El levantamiento de pesas para ejercitar los miembros superiores puede causar dolor mamario e incluso provocar obstrucción de los conductos galactóforos.
- Como para todos los ejercicios, se seguirán unas normas adecuadas como: aumentar la intensidad y la duración lentamente, hacer calentamiento antes del ejercicio y hacer estiramientos al final de la sesión.
- Todo el mundo, pero en especial una mujer que se halle en período de lactancia, ha de recuperar los líquidos que pierda con el ejercicio.
- Reiniciar la práctica deportiva y mantenerla durante esta etapa no sólo es bueno, sino muy recomendable para adquirir hábitos saludables de por vida.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

La lactancia no es incompatible con una actividad física moderada, aunque ésta sea incómoda y la fatiga pueda modificar los patrones de la producción láctea.

EJERCICIO EN EL POSPARTO

Todas las modificaciones corporales importantes van a persistir durante las primeras cuatro semanas, sobre todo a nivel cardiopulmonar. Hay que dejar que el cuerpo retorne poco a poco a su estado previo a la gestación. No es conveniente reanudar la actividad deportiva intensa ni el deporte de competición antes de las ocho semanas tras un parto. Uno de los primeros objetivos será el de reforzar la musculatura perineal y más tarde la abdominal. El ejercicio en el posparto comporta grandes ventajas:

- Tonifica la musculatura y ayuda a la mujer a verse “mejor” y a recuperar la figura.
- Ayuda a perder peso y tejido graso.
- Tiende a reducir el apetito.
- Alivia y previene los dolores de espalda.
- Proporciona energía, aunque no como para eliminar la fatiga provocada por la falta de sueño.

Los ejercicios aconsejables son los siguientes:

1. Ejercicios circulatorios.
2. Ejercicios del suelo pélvico.

Éstos pueden iniciarse en el hospital, a las pocas horas del parto. Previenen las complicaciones circulatorias puerperales y son una profilaxis para las disfunciones del suelo pélvico.

Al llegar a casa y durante las tres primeras semanas, nos limitaremos a ellos, pues antes de realizar ejercicios de pie y de tonificación de la pared abdominal es conveniente que el útero involucione y se haya reforzado el suelo pélvico.

Los ejercicios se realizarán en decúbito supino, sentada en una silla o en el suelo, y pueden realizarse mientras se amamanta al bebé.

3. Ejercicios de tonificación corporal.

A partir de las tres o cuatro semanas ya se puede realizar la práctica totalidad de los ejercicios de espalda, pelvis, glúteos y piernas. Tras la visita al médico a los 40 días del parto, es posible reanudar las actividades aeróbicas moderadas al aire libre, así como la natación, evitando los ejercicios que supongan traumatismos para el suelo pélvico (saltar, correr) que se demorarán hasta pasadas de ocho a doce semanas tras el parto.

Hidden page

Hidden page

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American College of Obstetricians and Gynecologists. "Exercise during pregnancy and the postpartum period". *ACOG Technical Bulletin*, vol. 189, feb. 1994
2. Artal, R., *Embarazo y Ejercicio*. Genell, J. Ediciones Medici. Subak-Shape. 1995
3. Carrera, J.M. *Preparación física para el embarazo, parto y postparto*. Publicaciones Institut Dexeus. Ed. Medici. 1987.
4. Clapp, James F., III. "Morphometric and neurodevelopmental outcome at age five years of the offspring of women who continued to exercise regularly throughout pregnancy". *The Journal of Pediatrics*, volumen 129, número 6, diciembre de 1996, pag. 856-863.
5. Eiger Marin y Sally Wendkas Olds. *El nuevo gran libro de la lactancia*. Ed. Medici 1999.
6. Hauth, J.C.; Gilstrap, LC.; Widner, K. "Fetal heart reactivity before and after maternal jogging during the third trimester" *An. J. Obstet. Gynecol.* 142:545-547, 1982.
7. Jaquet Mailé; Nobecourt Mathilde. *Un año en la vida de una mujer*. Ed. Medici. 1999.
8. Longo, L.D.; Hewitt, C.W.; Lorijn, R.H.W. y cols. "To what extent does maternal exercise affect fetal oxygenation and uterine flow blood?" En: *Proceedings 25th Annual Meeting of the Society for Gynecologic Investigations*, Abstract 10, 1978. p.10
9. Mason, L.; Glenn, S.; Walton, I. y Hughes, C. "The relationship between ante-natal pelvic floor muscle exercises and post-partum stress incontinence"; *Physiotherapy* 2001;87,12:651-61.
10. Mouchel, J. *Consequences potentielles de la grossesse et de l'accouchement sur la statique pelvienne* (on line). Disponible en <http://www.reseausnaissance.com/rsn/statique-pelvienne2000>.
11. National Institutes of Health Consensus Development Panel on Physical Activity and Cardiovascular Health. "Physical activity and cardiovascular health". *Am Med Assoc.* 276(3):241-246. 1996.
12. Pate, Russell R., et al. "Physical activity and public health: a recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine". *J. Am Med Assoc.* 237(5):402-407. 1995.

Prescripción de ejercicio físico en la población adulta

Ricard Serra Grima
Caritat Bagur Calafat

INTRODUCCIÓN

El hábito de hacer ejercicio físico se asocia por razones naturales a la infancia y adolescencia. Se mantiene como estilo de vida habitual hasta finalizar la escuela secundaria u otro itinerario formativo que corresponde a los 16-18 años.

La actividad física obligatoria en la escuela no ocupa más de dos horas a la semana y la actividad física extraescolar que realiza la mayoría de los niños, residan éstos en un ambiente rural o urbano, es insuficiente para conseguir un óptimo desarrollo de las cualidades físicas y de formación personal. El deporte extraescolar es una aportación necesaria para conseguir que los niños incrementen el nivel de actividad física y participen de los valores sociales y educativos del deporte. El deporte de alta competición en los escolares afecta a un reducido número de niños y niñas que han de hacer auténticos equilibrios para soportar los entrenamientos, que les ocupan muchas horas, y las obligaciones escolares.

Los estudios universitarios, formación profesional o trabajo, constituyen la primera barrera que contribuye a reducir los niveles de actividad física y deportiva hasta que ésta se convierte, para una mayoría, en una actividad física esporádica con escasos efectos sobre el organismo. Más adelante, las obligaciones profesionales, los cambios del estilo de vida y otras circunstancias son el siguiente obstáculo que limita las posibilidades de hacer deporte de una manera regular y efectiva.

Desde el final de la escuela secundaria hasta alrededor de los 35 años de edad es un largo período de actividad física insuficiente para una parte muy numerosa de población. A partir de los 20 años se produce una pérdida de las cualidades físicas o, dicho de otra forma, es el inicio del envejecimiento lento y progresivo. La poca actividad física asociada a la acumulación de factores de riesgo cardiovascular, entre los que cabe citar tabaquismo, obesidad, dislipemia y dieta poco saludable, conforma un perfil bastante común en estas edades. Si a estas circunstancias se añade la pérdida de cualidades del músculo esquelético, las articulaciones y los tendones, se justifica que una parte de los muchos que abandonaron la costumbre de hacer ejercicio físico decidan incorporar de nuevo en su estilo de vida el ejercicio físico.

ARGUMENTOS QUE INFLUYEN EN LA DECISIÓN DE HACER EJERCICIO FÍSICO

El estilo de vida poco activo, los horarios y las condiciones de trabajo nada fáciles generan una sensación global poco confortable, especialmente si hay exceso de peso y hábitos tóxicos como el tabaco o el consumo excesivo de alcohol.

La decisión de hacer ejercicio físico, en hombres y mujeres, es un impulso de autoestima y mejora de la propia imagen. Este argumento es muy respetable por ser uno de los mecanismos válidos para conseguir la adhesión a los programas de ejercicio físico. La mejora de la propia imagen va más lejos de los beneficios físicos del propio deporte. El equilibrio mental puede reforzarse con los programas de ejercicio físico (ver capítulos correspondientes).

La pérdida de las cualidades físicas, que se pone de manifiesto por disminución de la tolerancia al esfuerzo, la flexibilidad y el tono muscular, es otro de los argumentos que influyen en la toma de decisiones de muchas personas físicamente poco activas para modificar sus hábitos.

La recomendación del ejercicio físico por parte del médico es una medida cada vez más extendida. Ello se debe a que con la edad los factores de riesgo cardiovascular más conocidos comienzan a despuntar aunque no exista evidencia clínica. El ejercicio físico es una forma eficaz de tratamiento complementario para todos ellos.¹⁻⁶ Es lógico, pues, que los médicos sean los primeros en sumarse a promover la actividad física entre las personas de esas edades y con esos antecedentes.

La rehabilitación física de diversos problemas que afectan a la salud es un conjunto de medidas de trabajo físico que exige regularidad y constancia para alcanzar los objetivos, que son, entre otros, la mejora de las cualidades físicas. La rehabilitación mejor conocida y más extendida es la que se aplica a las lesiones osteoarticulares, especialmente en medicina del deporte y patología laboral. La rehabilitación del paciente afectado por patología cardíaca o respiratoria se describe con más detalle en otros capítulos de este libro y la base es el ejercicio físico supervisado.⁷ Una vez iniciado el entrenamiento, los beneficios se mantienen de forma indefinida siempre que los programas sean regulares y el trabajo realizado se modifique al alza en función de la mejora obtenida. La rehabilitación es, por consiguiente, el inicio de un programa de ejercicio que ha de tener continuidad.

En resumen, hay razones más que suficientes que mueven a personas de edad superior a los 35 años a hacer ejercicio físico con independencia de sus habilidades, antecedentes de haber hecho deporte anteriormente o limitaciones físicas. La oferta de programas de ejercicio físico para la población adulta es amplia y en ella tienen cabida todos los aspirantes a mejorar su salud mediante el ejercicio físico.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

El ejercicio físico es una medida complementaria de tratamiento en diferentes patologías que se manifiestan con la edad.

ANTECEDENTES DE ACTIVIDAD FÍSICA

Dentro del grupo de adultos mayores podemos establecer diferentes subgrupos en función de la historia de actividad física que presentan. Los antecedentes personales en cuanto a práctica de ejercicio físico regular van a condicionar las directrices básicas de los programas de ejercicio físico en este grupo de población.

Adultos físicamente activos, con un antecedente de práctica de ejercicio físico regular

Representan el grupo de población adulta susceptible de beneficiarse ampliamente de los beneficios para la salud asociados al ejercicio físico. Estos beneficios van a estar en relación a los niveles de ejercicio practicado, valorados en gasto energético semanal.

Dentro de este grupo incluiríamos a quienes no sólo se han mantenido físicamente activos, sino que además siguen participando en competiciones del índole que sea, tanto a nivel profesional como amateur. Deportistas profesionales que se encuentran dentro de este grupo de edad los encontramos principalmente en aquellas disciplinas consideradas de resistencia en las que el rendimiento competitivo se prolonga en el tiempo. Éstos estarán sometidos a

Hidden page

Hidden page

NIVELES DE ACTIVIDAD FÍSICA EN EL GRUPO DE ADULTOS MAYORES¹¹⁻¹⁴

El nivel de actividad física es la suma del tiempo invertido en el entrenamiento y/o actividad física dirigida, el tiempo de ocio y la actividad laboral. En los estudios que se han llevado a cabo se pone de manifiesto la dificultad de conocer el trabajo físico expresado en gasto energético; el cuestionario es la fuente de información más comúnmente utilizada para este fin.

Nivel de actividad física mínimo: incluye a las personas que no realizan ningún tipo de actividad física en el tiempo libre. En este grupo, la media de edad del abandono de la actividad física de ocio se sitúa alrededor de los 25 años¹¹ y se indica como circunstancias que motivan el abandono: el inicio del trabajo, el traslado de domicilio y el matrimonio. La mínima actividad física de este grupo puede verse aún más reducida por una actividad laboral sedentaria y unos hábitos de vida inactivos (utilización sistemática de ascensores, coche en todos los desplazamientos, etc.).

Nivel de actividad física medio: incluye a las personas que realizan algún tipo de actividad física regular en el tiempo de ocio. Esta actividad puede ocupar unas 2 a 3 horas semanales, distribuidas como mínimo en otras tantas 2 a 3 sesiones semanales. El espectro de actividades físicas a elegir es muy amplio (sesiones de gimnasia de mantenimiento, aeróbic, tenis, footing) y sus características tendrán relación directa con el nivel de actividad física.

Nivel de actividad física alto: comprende a los adultos que todavía se mantienen como "deportistas en activo", es decir, que se siguen dedicando al deporte de competición, suponiendo una implicación semanal a dicho deporte y/o actividad física igual o superior a las 4-5 horas.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

Los programas de ejercicio físico han de ir dirigidos especialmente a quienes no han hecho ejercicio físico con regularidad por la facilidad con que se puede caer en el absentismo.

Hidden page

Las causas de esta involución se pueden atribuir a la disminución de la capacidad de movimiento relacionado con la fuerza: pérdida de masa muscular, de las fibras de contracción rápida (FT) y del número de fibras musculares en general; y a una disminución de la capacidad del sistema de control del movimiento.

Flexibilidad

La flexibilidad es una cualidad física que tiene su máximo desarrollo en las primeras etapas de la vida. Con el paso de los años y el sedentarismo:

- Los músculos se vuelven cada vez más rígidos. Paralelamente a la atrofia muscular, con el envejecimiento, tiene lugar la sustitución del tejido adiposo y fibroso, cambios que parecen ser responsables de la pérdida de flexibilidad consustancial a la edad.
- Las articulaciones pierden movilidad.
- La gama natural de movimientos se reduce.
- Empiezan a aparecer algias con la reducción de la movilidad.

Coordinación

La fase sensible del aprendizaje motor se sitúa a edades tempranas. En la edad adulta van disminuyendo paulatinamente los mecanismos de control del movimiento.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

El desarrollo armónico y progresivo de todas las cualidades físicas es uno de los objetivos primordiales de los programas de ejercicio en la población adulta

VALORACIÓN DE LA APTITUD DEPORTIVA

El reconocimiento de la aptitud deportiva es una indicación para todas las edades, en especial para el deporte de alta competición y

grupo de edad que se está tratando. El objetivo es identificar la presencia de cualquier signo o síntoma que sugiera la presencia de una cardiopatía orgánica. El riesgo cardiovascular para una persona sana que hace ejercicio físico es insignificante y puede considerarse una incidencia casual. En presencia de cardiopatía orgánica con repercusión clínica y funcional significativa, el riesgo es mucho mayor. Por consiguiente, el riesgo se asocia a la enfermedad cardíaca y no al propio ejercicio físico, por más que el método sea incorrecto y poco fisiológico.

La presencia de una enfermedad cardíaca no contraindica el ejercicio físico (capítulo 6). En estos casos lo que procede es ajustar el nivel de actividad física a las condiciones individuales y al tipo de cardiopatía. No debe prescindirse, por este motivo, del ejercicio físico del estilo de vida de una persona porque se pierde la oportunidad de mejorar la salud con el programa adecuado.

El reconocimiento básico de la aptitud deportiva consta de los siguientes apartados:

- antecedentes deportivos,
- período de inactividad física,
- antecedentes familiares,
- factores de riesgo cardiovascular,
- exploración física,
- prueba de esfuerzo con ECG de 12 derivaciones y
- analítica básica

Antecedentes deportivos

Haber participado en el deporte de competición es, en principio, un argumento favorable para descartar la existencia de enfermedad cardiovascular con riesgo. En los años de competición se ha estado sometido a entrenamientos de gran intensidad y en estas condiciones deberían haberse presentado, con más probabilidad, complicaciones o algún tipo de síntoma. Quienes no han hecho deporte de competición ni actividad física de cierta intensidad no han creado situaciones en las que se podría manifestar la existencia de cardiopatía con riesgo. Se han diagnosticado casos de miocardiopatía hipertrófica o síndrome de WPW en jugadores de baloncesto, triatletas o atletas de más de 30 años sin que hubieran presentado sínto-

mas sospechosos de cardiopatía durante los entrenamientos o las competiciones de alto nivel. Está fuera de toda duda que el diagnóstico de miocardiopatía hipertrófica a los 35 años, por ejemplo, en un profesional de baloncesto corresponde a una variedad de bajo riesgo.¹⁶

Período de inactividad

El abandono del ejercicio físico regular durante un largo período de tiempo supone la pérdida de las características de persona entrenada con todos sus efectos favorables. Por otra parte, durante este tiempo, al coexistir por lo común modificaciones perceptibles en el estilo de vida y factores de riesgo cardiovascular, el tabaco por ejemplo, se producen cambios en la salud y es posible que paralelamente haya un incremento del riesgo cardiovascular durante el ejercicio en casos excepcionales.

Antecedentes familiares

Se ha de interrogar sobre la existencia de casos de muerte súbita en familiares directos (padres o hermanos) de menos de 35 años. En caso afirmativo, esto puede ser un signo que permita identificar la presencia de cardiopatía. No obstante, hay limitaciones en la capacidad diagnóstica de la historia clínica y exploración física. En un estudio retrospectivo realizado por Maron¹⁷ sobre 134 deportistas que murieron repentinamente, el 86% había realizado el examen de aptitud deportiva, que consistía en la realización de la historia médica y exploración física sin ECG. En sólo el 3% de los deportistas (4 deportistas) se sospechó la presencia de cardiopatía, uno de ellos con síndrome de Marfan. De los 48 casos de miocardiopatía hipertrófica sólo en 1 caso se hizo el diagnóstico correcto en vida. Este estudio avala la necesidad de incorporar nuevos procedimientos a la valoración de la aptitud deportiva. El ECG es una técnica tan simple como imprescindible. La presencia de alteraciones de la repolarización ventricular, signos auscultatorios sospechosos y la historia familiar pueden justificar realizar un ecocardiograma, con cuya técnica se diagnosticaría el 100% de las miocardiopatías hipertróficas con riesgo.

Exploración física

La presencia de soplos significativos, ausencia de pulsos periféricos o hipertensión arterial son los signos que hay que valorar para llegar al diagnóstico preciso y su implicación con el riesgo. La exploración física se ha de realizar como en cualquier situación clínica.

Prueba de esfuerzo

Es el procedimiento indispensable para valorar la aptitud deportiva. Con más de 50 años de antigüedad, esta técnica se ha utilizado para confirmar el diagnóstico de cardiopatía coronaria. Entre las numerosas indicaciones que se han establecido desde entonces, la valoración de la aptitud deportiva tiene mayor proyección debido a que la población que se decide a hacer deporte pasados los 35 años es cada vez más numerosa.

La metodología de la prueba, en bicicleta o cinta, preferentemente con analizador de gases, aporta información sobre capacidad física, comportamiento de la presión arterial y cambios de la repolarización ventricular, así como arritmias desencadenadas por el esfuerzo.

Capacidad física

El parámetro más útil es el consumo de O_2 /kg/min. Se determina con analizador de gases, que es el método más adecuado; no obstante, se puede calcular por método indirecto tanto si la prueba se realiza en bicicleta o cinta ergométrica. Una capacidad física normal-alta descarta con elevada probabilidad la presencia de cardiopatía significativa. Lo contrario es más dudoso debido a que el sedentarismo extremo es una de las causas más comunes, junto al sobrepeso, de la capacidad física deficiente sin enfermedad orgánica. En el informe de la prueba hay que definir en primer lugar, por el método más accesible y manejable, la capacidad física y el motivo por el que se ha detenido la prueba.

Presión arterial: El incremento de la presión arterial es 7-10 mmHg por MET (1 MET=3,5 cc/kg/min de O_2). El aumento exagerado (respuesta hipertensiva) es de gran interés por su trascendencia en la prescripción de ejercicio. El programa de entrenamiento ha de

adaptarse a este tipo de respuesta, especialmente en las primeras semanas de ejercicio, hasta que se consiga regular la respuesta por efectos del propio entrenamiento. No existe un criterio uniforme sobre definición de respuesta hipertensiva. Como orientación, un incremento igual o superior a 180 mmHg en la primera etapa de ejercicio del protocolo de Bruce se considera anormal si la presión sistólica inicial es inferior a 140 mmHg. En los criterios para detener la prueba hay más consenso, 240 mmHg la presión sistólica y 150 mmHg diastólica son valores límite.

Nivel de esfuerzo

El final de la prueba es el agotamiento, límite fisiológico sea cual fuere la frecuencia cardíaca a la que se haya llegado. Para descartar la presencia de cardiopatía coronaria se considera respuesta anormal e insuficiente no alcanzar una frecuencia cardíaca de 130 lat/min en ausencia del efecto de fármacos. Una FC superior a 150 lat/min es un buen nivel de esfuerzo para este grupo de edad.

Se utiliza con frecuencia el % de la FC máxima a que se ha llegado. El criterio más común de FC máxima es $220 - \text{la edad}$. Si se utilizan tablas de referencia obtenidas de pruebas de esfuerzo de población normal, la FC máxima es más alta. Se observa con frecuencia que en la prueba de esfuerzo la FC alcanzada según el criterio $220 - \text{la edad}$ es superior al 100%, dato que resulta difícil de explicar. La referencia exclusiva a la FC obtenida en el máximo esfuerzo tolerado ha de ser un dato suficiente y válido. La FC máxima de una persona es la que ha alcanzado en una prueba de esfuerzo limitada por síntomas.

La prueba de esfuerzo tiene una sensibilidad del 70% para la enfermedad de un solo vaso, por lo que es importante alcanzar el máximo nivel de esfuerzo para el diagnóstico de cardiopatía coronaria. La ausencia de alteraciones de la repolarización en el límite fisiológico de la adaptación al esfuerzo no descarta la existencia de cardiopatía coronaria, pero sí la de enfermedad coronaria significativa.

Se ha cuestionado el valor de la prueba de esfuerzo en la población adulta asintomática. A pesar de sus limitaciones, tanto en la población normal como en grupos con factores de riesgo cardiovascular, la prueba de esfuerzo es una exploración básica antes de iniciar programas de entrenamiento físico, en especial si ha transcurrido un período de inactividad prolongado.

La aparición de arritmias inducidas por el ejercicio, sobre todo si éstas son ventriculares y complejas, sugiere realizar una valoración más completa, por ejemplo un ecocardiograma.

En resumen, la población de más de 35 años y menos de 65 es un importante colectivo al que ha de motivarse para que realice ejercicio físico como medida útil para la prevención primaria de la enfermedad cardiovascular. Es necesario el reconocimiento de la aptitud para conseguir que mediante el ejercicio físico se obtengan los mayores beneficios con un riesgo no significativo.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

La valoración cardiológica previa al inicio de un programa de entrenamiento físico es una recomendación necesaria como medida de seguridad y de información a las personas que han de supervisar el ejercicio.

PRESCRIPCIÓN DE EJERCICIO FÍSICO^{18,19}

Como se ha hecho mención en el capítulo sobre orientaciones básicas para programas de ejercicio físico de ámbito no competitivo, en este momento la actividad física está explícitamente orientada al fomento y mantenimiento de la salud, hecho que condiciona las directrices básicas del entrenamiento.

La mayoría de los beneficios de la actividad física para la salud se asocian al entrenamiento de la resistencia aeróbica. Existen numerosos estudios epidemiológicos, rigurosamente controlados, que indican que el ejercicio físico constituye una protección contra las afectaciones cardiovasculares y demuestran la correlación entre aptitud física y salud.²⁰⁻²⁷

- El ejercicio será fundamentalmente dinámico, en el que participen grandes grupos musculares, y se realizará con una intensidad moderada y con un volumen relativamente alto, dependiendo de la preparación del sujeto. Este tipo de ejercicio aeróbico incide positivamente sobre la función cardiorrespiratoria.
- Con el paso de los años, el ejercicio anaeróbico se tolera cada vez peor. Los cambios en el pH sanguíneo, derivados del acúmulo de lactato en la sangre que acompaña al metabolismo anaeró-

bico láctico, y la solicitación brusca del sistema cardiocirculatorio suponen un riesgo que un programa de actividad física para la salud debe evitar.

En el trabajo de fuerza los objetivos principales son:

- El mantenimiento del tono muscular general, haciendo especial hincapié en los músculos que intervienen en: el mantenimiento de la postura, la correcta ejecución de las habilidades motrices básicas, la marcha y las actividades de la vida diaria.
- Evitar las lesiones musculoesqueléticas derivadas de la hipotonía muscular.

En el diseño de los programas de ejercicio se controlará la utilización de sobrecargas adicionales que puedan exponer el aparato osteoarticular a un estrés mecánico que con los años puede llegar a ser contraproducente. El rigor en el diseño de la pauta de trabajo contra resistencia no significa que se haya de prescindir totalmente de éste. Las presiones y tracciones mecánicas intermitentes estimulan la actividad osteoblástica y, por tanto, pueden contribuir a la prevención y/o tratamiento de la osteoporosis. Esto justifica la prescripción de ejercicio contra resistencia en una etapa de la vida en la que pueden empezar a aparecer los primeros signos y/o síntomas de esta afección.

Se evitará, en la medida de lo posible, el trabajo muscular a expensas de contracciones isométricas intensas y mantenidas que pueden contribuir a un aumento de la TA, con el consiguiente riesgo para las personas que tienen problemas cardiovasculares y/o HTA de base.

En el entrenamiento de la fuerza, para el mantenimiento del sistema muscular, sería aconsejable la utilización de circuitos de fuerza-resistencia en los que se busque un desarrollo muscular general y equilibrado y una cierta incidencia a nivel cardiovascular.

El entrenamiento de la velocidad se asocia a programas destinados a la mejora del rendimiento deportivo. Se trata de una cualidad física menos crítica para la salud. Por tanto, desde el punto de vista de la actividad física-salud, no se buscará el desarrollo de la máxima velocidad de desplazamiento o de ejecución en acciones puntuales. El abordaje del entrenamiento de esta cualidad estaría encaminado a mantener unos valores mínimos con el fin de cubrir las necesidades de la actividades de la vida diaria de forma satisfactoria.

Hidden page

Hidden page

Los deportes de grupo, tenis individual o dobles y los deportes de temporada como el esquí tienen la ventaja de presentar un componente lúdico que los hace más atractivos y puede favorecer la adhesión, el gran objetivo de los programas de ejercicio físico en la población adulta. En contrapartida, la repercusión osteoarticular en la mayoría de ellos hace que su prescripción deba ser bien valorada en todos los aspectos.

Andar a buen paso supone una buena alternativa de actividad, especialmente cuando la carrera no es recomendable debido al mayor impacto a nivel musculoesquelético que supone o porque el nivel de condición física del practicante todavía no lo permite.

Se tiene que contemplar la posibilidad de que el nivel de actividad física de la persona se incremente a expensas de la práctica de actividades recreativas: bailes, paseos, juegos, etc. y de actividad física informal, consistente en tener unos hábitos lo más activos posible: hacer el máximo de desplazamientos andando, utilizar las escaleras en lugar del ascensor, realizar los trabajos domésticos, de jardinería, etc.

Algunas de estas actividades son realizables a diario (sobre todo las informales), siendo aconsejable la realización de una actividad física adicional con una frecuencia mínima de 3 veces a la semana.

Por último, hay que recordar que el ejercicio físico no tiene riesgo o éste es mínimo si se toman las medidas apropiadas en cada caso. Las complicaciones son más probables si el método y el tipo de actividad no son los más indicados para las condiciones y la edad de la persona practicante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Wood, P.D.; Stefanic, M.L.; Williams, P.T. et al. (1991). "The effects on plasma lipoproteins of a prudent weight-reducing diet, with or without exercise, in over weight men and women". *N Engl J Med*. 325:461-466
2. Williams, P.T. (1997). "High-density lipoprotein cholesterol and other risk factor for coronary heart disease in female runners". *N Engl J Med* 334:1298-1303.
3. Stefanick, M.L.; Mackey, S.; Sheehan, M. et al. (1998). "Effects of diet and exercise in men and postmenopausal women with low of HDL cholesterol and high levels of LDL cholesterol". *N Engl J Med* 339:12-20.
4. Mayer -Davis, E.J.; D'Agostino, R.Jr.; Karter, A.J. et al. (1998). "Intensity and amount of physical activity in relation to insulin sensitivity: The insulin Resistance Atherosclerosis study". *JAMA* 279:666-674.
5. Berlin, J.A.; Colditz, G.A. (1990). "A meta-analysis of physical activity in the prevention of coronary heart disease". *Am J Epidemiol* 132:612-628.
6. Hadberg, J.M.; Brown, M.D. (1995). "Does exercise training play a role in the treatment of essential hypertension?" *J Cardio-vasc risk* 2:296-302.
7. Haskell, W.L.; Alderman, E.L.; Fair, J.M. et al. (1994). "Effects of intensive multiple risk factor reduction on coronary atherosclerosis and clinical cardiac events in men and women with coronary artery disease: The Stanford coronary risk intervention project (SCRIP)". *Circulation* 89:975-990.
8. Salgado-Araujo, J.L. "Revisió de la literatura actual sobre la continuïtat del canvi de conducta en relació a l'activitat física". *Apunts Educació Física i Esports* 1998;54:66-77.
9. King, A.C.; Frederiksen, L.W. "Low-cost strategies for increasing exercise behaviour". *Behaviour modification* 1984, 8(1):3-21.
10. Dishman, R. *Exercise adherence (overview)*. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books, 1988.
11. Secretaria General de l'Esport. Enquesta sobre la pràctica d'activitat físico-deportivas a Catalunya 1995.
12. Taylor, H.L.; Jacobs, D.R.; Schucker, et al. "A questionnaire for the assessment of leisure time physical activities". *J Chron Dis*. 1978; 31: 741-755.
13. Bagur, C. "Orientaciones básicas para programas de ejercicio físico de ámbito no competitivo". En: Serra Grima JR, ed. *Prescripción de ejercicio físico para la salud*. Barcelona: Paidotribo, 1996; 58-87.
14. Serra Grima, J.R.; Bagur, C. "Valoración cardiológica de los de-

- portistas". En: Plaza I, ed. *Cardiología preventiva*. Barcelona: Doyma, 2000; 283-305.
15. Åstrand, P.O.; Rodahl, K. *Fisiología del trabajo físico*. Madrid: Ed Médica Pamanericana, 1992.
16. Maron, B.J.; Klues, Hg. (1994). "Surviving competitive athletics with hypertrophic cardiomyopathy". *Am J Cardiol*. 73:1098-1110.
17. Maron, B.J.; Shirani, J.; Poliac, L.C. et al. (1996). "Sudden death in young competitive athletes: Clinical, demographic and pathological profiles". *JAMA* 276:199-204
18. Bagur, C. "Orientaciones básicas para programas de ejercicio físico de ámbito no competitivo". En: Serra Grima JR, ed. *Prescripción de ejercicio físico para la salud*. Barcelona: Paidotribo, 1996; 58-87.
19. Oja, P.; Tuxworth, B. "Eurofit para adultos: Evaluación de la aptitud física en relación con la salud". Consejo Superior de Deportes y Consejo de Europa, 1998.
20. Fentem, P.H. "Exercise in prevention of disease". *Br Med J*. 1992; 48(3): 630-650.
21. Vuori. "Sport for all in health and disease". En: Oja p, Telama R, eds. *Sport for all*: Elsevier Science Publishers, 1991; 33-44.
22. Royal College of Physicians of Londres. *Medical aspects of exercise: benefits and risks*. Londres, 1991.
23. Morris, J.N. "Exercise in the prevention of coronary heart disease: today's best buy in public health". *Med Sci Sports Exerc*. 1994; 26(7): 807-814.
24. Haskell, W.L. "Health consequences of physical activity: understanding and challenges regarding dose-response". *Med Sci Sports Exerc*. 1994; 26(6): 649-660.
25. Paffenbarger, R.S.; Hyde, R.T.; Wing, A.I.; Lee, I.M.; Jugn, D.I. y Kampert, J.B. "The association of changes in physical activity level and other lifestyle characteristics with mortality among men". *N Eng J Med*. 1993; 328: 538-45.
26. Hambrecht, R.; Niebauer, J.; Marburger, C.; Grunze, M.; Kälberer, B.; Hauer, K.; Schlierf, G.; Kübler, W. y Schuler, G. "Various intensities of leisure time physical activity in patients with coronary artery disease: effects on cardiorespiratory fitness and progressions of coronary atherosclerotic lesions". *J Am Coll Cardiol*. 1993; 22: 468-477.
27. Lakka, T.A.; Venäläinen, J.M.; Rauramaa, R.; Salonen, R; Tuomilehto, J. y Salonen, J.T. "Relations of leisure-time physical activity and cardiorespiratory fitness to the risk of acute myocardial infarction in men. *N Engl J Med* 1994; 330: 1549-1554.
28. Thompson, P.D. (1996). "The cardiovascular complications of vigorous physical activity". *Arch Intern Med*. 156:2297-2302

Prescripción de ejercicio físico en los ancianos

Dra. Carmen de Pablo Zarzosa – Dr. José María Maroto Montero
Unidad de Rehabilitación Cardíaca – Hospital Ramón y Cajal – Madrid

RESUMEN • RESUMEN • RESUMEN • RESUMEN

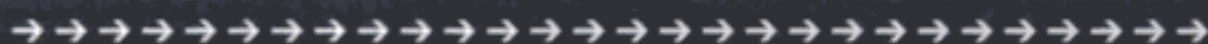
Los cambios morfológicos y fisiológicos que se producen con la edad afectan a gran parte de las estructuras del organismo y en especial a la función cardiovascular. Múltiples estudios indican que el estilo de vida sedentario de la mayoría de los ancianos contribuye a la progresión de los cambios cardiovasculares y a la elevada frecuencia de enfermedad cardíaca con el envejecimiento. El entrenamiento físico va a disminuir y retrasar la aparición de estos cambios relacionados con la edad.

El inicio de la actividad deportiva en personas ancianas debe ir precedido por una revisión médica que incluya una valoración de la capacidad funcional y estudie la posible existencia de cardiopatía isquémica, enfermedad frecuente en este grupo de población.

Los componentes del ejercicio prescrito en ancianos, así como los componentes de las sesiones de entrenamiento, serán muy similares a los de adultos más jóvenes. Variará la forma de aplicarlos, al tenerse en cuenta las especiales características fisiológicas debidas a la edad.

Las necesidades y objetivos buscados en las personas de edad avanzada, junto con la muy diferente capacidad física de la población geriátrica, obligan a realizar prescripciones de ejercicio individualizadas.





Palabras clave: Ancianos. Cambios cardiovasculares. Prescripción de ejercicio.

INTRODUCCIÓN

El número de personas que supera los 65 años aumenta progresivamente, detectándose un aumento de la edad media de supervivencia en los países desarrollados. A la vez se registra un descenso progresivo de las tasas de natalidad, por lo que el porcentaje de personas mayores de 65 años es también cada vez mayor.

En España la esperanza de vida se situó en 77 años en 1990. En ese mismo año el porcentaje de población mayor de 65 años fue el 13 %. En el año 2000 más de 6 millones de personas superaron dicha edad, lo que representa un 15 % del total de la población.¹

Sin embargo, la prolongación de la vida no siempre se acompaña de una buena calidad de la misma. El envejecimiento produce modificaciones en la anatomía y el funcionamiento de diferentes sistemas del organismo. El entrenamiento físico tiene efectos beneficiosos, mejorando la capacidad física y la calidad de vida.

La práctica habitual de ejercicio físico va aumentando en las últimas décadas, tanto por motivos socioculturales como por prevención de enfermedades. Los ancianos se van incorporando poco a poco a la práctica de algún deporte o actividad física. El disponer de mayor tiempo libre tras la jubilación, la prescripción médica o simplemente la oferta de muchos polideportivos con programas de ejercicio dirigidos a personas mayores son alguna de las causas por las que este importante grupo de población inicia algún tipo de actividad deportiva. Sin embargo el número de ancianos que realizan ejercicio físico de forma habitual es todavía bajo: un 7-8 % en EE UU,² y porcentajes todavía mucho menores en España.

CAMBIOS CARDIOVASCULARES Y EDAD

El proceso de envejecimiento conlleva una serie de cambios considerados "fisiológicos" en los diferentes órganos y aparatos del

cuerpo humano.³ A estos inevitables cambios habría que añadir los debidos a hábitos nocivos del individuo o a patologías sobreañadidas a lo largo de los años. Está demostrado que muchos de estos efectos cardiovasculares que aparecen con la edad podrían disminuir con el entrenamiento físico.^{4,5}

En el aparato cardiovascular se va a producir un aumento del grosor de la pared de la aorta y grandes arterias, junto con una mayor rigidez o endurecimiento de éstas. Las resistencias vasculares periféricas aumentan y la vasodilatación sistémica mediada por receptores betaadrenérgicos disminuye. Esto es consecuencia de la disminución cuantitativa y cualitativa de los receptores adrenérgicos, lo que comporta importantes implicaciones fisiológicas a varios niveles.⁶

En las arterias coronarias aparece también un engrosamiento de la pared por aumento de los depósitos de calcio y colesterol a nivel de la íntima. Sus células endoteliales se hacen más irregulares, facilitando la aparición y progresión de la aterosclerosis.⁷

En el corazón se produce un incremento del grosor de la pared del ventrículo izquierdo, con la consiguiente pérdida de distensibilidad.⁸ Este engrosamiento es secundario al aumento de la poscarga que ocurre con la edad junto con la influencia de factores genéticos y neuroendocrinos. Los miocitos disminuyen en número y se hipertrofian con la edad, siendo sustituidos por tejido fibroso.⁹ Se ha descrito también la aparición de áreas de fibrosis que podrían ser secundarias a pequeños infartos, junto con un aumento del colágeno intersticial y los depósitos de amiloide. Se afectará la función diastólica del ventrículo izquierdo, con acortamiento de la fase de llenado diastólico precoz. El llenado ventricular se hará más dependiente de la contracción auricular que contribuye al llenado diastólico tardío.⁸ Este acortamiento podría afectar la perfusión diastólica de las arterias coronarias, ya de por sí más rígidas y con disminución de su luz, como hemos descrito.

En las válvulas cardíacas y el aparato subvalvular aparecen también procesos de envejecimiento, especialmente calcificación, que en la válvula aórtica producirá algún grado de estenosis. En la mitral es frecuente la calcificación de su anillo y en algunos casos degeneración mixoide de la válvula.

En el sistema específico de conducción se producen cambios secundarios al proceso de fibrosis y calcificación. El número de células del nodo sinusal disminuye, apareciendo depósitos de grasa alrede-

dor.¹⁰ Todo esto provocaría mayor dificultad en la transmisión de los impulsos: bloqueo auriculoventricular (es frecuente la prolongación del PR en el ECG), bloqueo de rama y disfunción sinusal.

En el anciano los niveles de catecolaminas circulantes están aumentados, probablemente por la disminución cuantitativa y cualitativa de los receptores adrenérgicos, en especial betaadrenérgicos.⁶ Este aumento contribuye a la elevación de la TA.¹¹ La capacidad de los barorreceptores también disminuye, lo que determina mayor tendencia a la hipotensión ortostática.

Todos estos cambios modifican el funcionamiento del sistema cardiovascular. El aumento de la poscarga junto con la contribución auricular al llenado mantienen el GC en reposo. Durante el ejercicio, los individuos jóvenes aumentan el GC a expensas de incrementar la FC. En los ancianos esto no es posible, o lo es en menor medida. En ellos se produce un aumento del volumen latido máximo, conseguido a expensas de aumentar el volumen telediastólico (mecanismo de Frank-Starling).¹² La fracción de eyección aumentará debido a que el incremento del volumen telediastólico supera la menor¹² o nula¹³ reducción del volumen telesistólico. Existen varios trabajos que han demostrado una mejora de la función sistólica con el ejercicio en individuos ancianos sanos.¹⁴ También debemos tener en cuenta que el descenso de la FC_{máx} es menor en los individuos que han realizado ejercicio de forma habitual.¹⁵

El consumo máximo de oxígeno disminuye con la edad. Corregido para la reducción de la masa corporal, desciende entre un 3 y un 8 % por década a partir de la adolescencia.^{4,16} El sedentarismo, la obesidad y el tabaquismo acentúan su disminución. El descenso de la capacidad física se ha calculado en un 1 % anual a partir de la adolescencia. La pérdida de fuerza y masa muscular suele ser importante y se debe fundamentalmente a la inactividad crónica. La actividad física habitual aumentará la masa muscular, el consumo máximo de oxígeno y la capacidad funcional.⁷

A otros niveles del organismo también aparecen cambios con el envejecimiento que afectan a la capacidad física del individuo.¹⁸ La función pulmonar está disminuida al reducirse la distensibilidad de la pared torácica, la capacidad vital y la PO₂ arterial, especialmente en los fumadores. Es frecuente la presencia de patología degenerativa osteoarticular (artrosis, osteoporosis), junto con disminución de la masa y potencia musculares, ya descritas. Las glándulas sudoríparas disminuyen por atrofia, dificultando la pérdida de calor.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

Con la edad se produce una serie de cambios morfológicos en los diferentes órganos y aparatos, especialmente en el sistema cardiovascular. Estos cambios modifican la fisiología del organismo y su adaptación a diferentes situaciones. 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.

EFFECTOS DEL EJERCICIO FÍSICO EN ANCIANOS

Está totalmente aceptado el efecto beneficioso del ejercicio físico habitual sobre el deterioro general producido por el envejecimiento. Está también demostrado que el sedentarismo constituye un factor de riesgo coronario independiente¹⁹ y que la práctica de ejercicio físico produce efectos positivos a diferentes niveles, en cualquier edad²⁰ (tabla 15.1).

TABLA 15.1
Efectos del ejercicio físico habitual

EFFECTOS CARDIOVASCULARES	OTROS EFECTOS
• Descenso FC en reposo y submáxima • Descenso TA • Descenso doble producto • Aumento $\dot{V}O_2$ máx • Aumento volumen latido • Mejora función contráctil cardíaca • Mejoría de extracción oxígeno en los músculos activos	• Disminuye trabajo respiratorio • Aumenta actividad fibrinolítica del plasma • Disminuye colesterol total, aumenta HDL-colesterol • Mejora tolerancia a la glucosa • Facilita pérdida de peso • Retrasa descalcificación ósea: disminuye osteoporosis • Disminuye niveles de ansiedad y depresión: aumenta autoconfianza
FC = Frecuencia cardíaca. $\dot{V}O_2$ máx = Consumo máximo de oxígeno.	

Efectos cardiovasculares

El ejercicio físico realizado de forma regular mejora los parámetros cardiovasculares. Disminuirá la FC en reposo y a niveles submáximos. La FCmáx, sin embargo, no variará con el entrenamiento, salvo en casos aislados.²¹ La TA también disminuirá lográndose así un descenso del doble producto para un esfuerzo determinado.

El GC se mantendrá, como ya se ha comentado, a expensas de aumentar el volumen latido. Esto se consigue incrementando el volumen telediastólico con la ayuda de la contracción auricular.¹² El aumento de la contractilidad del miocardio también contribuiría a mejorar el gasto. Aunque se ha descrito un deterioro de la función sistólica con la edad, éste es menor con el entrenamiento, e incluso hay estudios que demuestran su mejora con el ejercicio físico¹⁴ en ancianos sin patología.

El $\dot{V}O_2$ máx mejora con el entrenamiento hasta en un 15 %.²² En los ancianos activos su descenso puede ser frenado hasta en un 50 %.²³ El aumento de la masa muscular que ocurre a nivel periférico contribuye al aumento del $\dot{V}O_2$ máx.

A nivel periférico, el entrenamiento produce un aumento de la extracción de oxígeno en los músculos activos debido al aumento del número y tamaño de las mitocondrias, lo que permite su mejor utilización.

Otros efectos

A nivel respiratorio se produce una distribución más uniforme del gasto pulmonar, y autores como De Vrie²⁴ han observado una mejora de la capacidad vital. Disminuye el trabajo respiratorio al mejorar la cinética del diafragma. Habrá menor sensación de fatiga con el esfuerzo.

A nivel sanguíneo disminuye la adhesividad plaquetaria y aumenta la actividad fibrinolítica del plasma. Disminuye el colesterol total y triglicéridos, aumentando el HDL-colesterol. Disminuye también la intolerancia a la glucosa, facilitando el control de la diabetes mellitus. El ejercicio facilita la pérdida de peso.

A nivel óseo, el ejercicio retrasa la descalcificación de los huesos, previniendo la osteoporosis²⁵, frecuente en ancianos, especialmente si son mujeres.

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

Los beneficios de la práctica regular de ejercicio se producen a todos los niveles, siendo muy importantes las modificaciones cardiovasculares. Todas ellas van a mejorar la calidad de vida del anciano.

A nivel psicológico, disminuyen los niveles de ansiedad y depresión aumentando la confianza del anciano en su capacidad.

PRESCRIPCIÓN DE EJERCICIO EN ANCIANOS

Controles médicos previos

En los ancianos que inician un programa de ejercicios debe hacerse una valoración médica previa, encaminada a detectar las patologías más frecuentes (tabla 15.2). Así, la incidencia de cardiopatía isquémica aumenta con la edad, siendo muy alta en ancianos, especialmente en personas con factores de riesgo. También son frecuentes las alteraciones valvulares degenerativas, y la presencia de HTA, con hipertrofia ventricular izquierda. La patología pulmonar, como el enfisema, se presenta en fumadores. Las alteraciones osteoarticulares pueden implicar modificaciones del plan de ejercicios.

Se debe realizar una buena **historia clínica**, que incluya antecedentes familiares y personales, así como la presencia de factores de riesgo coronario, hábitos de vida, actividad física realizada y dieta.

Se investigará sobre la presencia de dolor torácico que pudiera ser de origen coronario, mareos, pérdida de conocimiento o palpitaciones (arritmias, miocardiopatía hipertrófica), dolor en extremidades inferiores al caminar (arteriopatía periférica), etc.

La **exploración física** debe incluir la toma de TA y la búsqueda de lesiones cardíacas y defectos osteomusculares. Se realizará un **ECG** de reposo.

La **analítica** pondrá de manifiesto la presencia de diabetes, enfermedades hepáticas o renales, anemia, etc., que podrían ser asintomáticas.

TABLA 15.2
Control médico previo al inicio de actividad física
habitual en personas ancianas

HISTORIA CLÍNICA	ANALÍTICA
• Antecedentes familiares • Antecedentes personales • Riesgo, dieta, hábitos de vida, actividad física previa y habitual • Síntomas: dolor torácico, mareos, palpitaciones, dolor en miembros inferiores	• Búsqueda de diabetes, anemia, trastornos renales y hepáticos
EXPLORACIÓN FÍSICA	PRUEBA DE ESFUERZO
• General • Toma de tensión arterial • Electrocardiograma de reposo	• Búsqueda de isquemia miocárdica • Valoración de parámetros hemodinámicos • Frecuencia cardíaca alcanzada, respuesta de tensión arterial, duración... • Determinación de $\dot{V}O_2$ máx
	OTRAS PRUEBAS
	• Según datos obtenidos

A partir de los 40 años se recomienda realizar una **prueba de esfuerzo** a toda persona que inicia una actividad deportiva, especialmente si la intensidad del ejercicio va a ser alta, y aún antes si hay factores de riesgo.²⁶ Se descartará enfermedad coronaria y se valorará la capacidad funcional, junto con parámetros cardiovasculares necesarios para fijar el nivel de ejercicio a realizar poste-

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

Es preciso realizar una revisión médica a todos los ancianos que inicien una actividad deportiva, que debe incluir una prueba de esfuerzo. Se valorará así la presencia de cardiopatía isquémica y la capacidad funcional.

riormente. Puede ser interesante la determinación del $\dot{V}O_2$ máx directamente. Es preciso recordar que la cardiopatía isquémica puede ser silente o muy poco sintomática en los ancianos.

La realización de otras pruebas diagnósticas se justificaría en presencia de datos clínicos que hagan sospechar la existencia de patología.

Niveles de ejercicio recomendados

Los componentes del ejercicio prescrito y de las sesiones de entrenamiento en personas de edad avanzada son muy similares a los de un adulto sano, con algunas modificaciones debidas a las características y objetivos buscados en los ancianos. Por otra parte la situación física y psicológica de este grupo de población es muy variada, debiéndose adaptar el nivel de ejercicio de una forma totalmente individual.²⁷

Los tres factores principales que se deben considerar en toda prescripción de ejercicio son la frecuencia, la duración y la intensidad. Se tendrá también en cuenta el nivel inicial de forma física del individuo. La mejora de la capacidad aeróbica va a depender de estos factores.²⁷

El American College of Sports of Medicine definió unos niveles de entrenamiento para mejorar la capacidad física en adultos sanos.²⁷ Estos niveles consistían en la realización de ejercicio fundamentalmente aeróbico, durante 20-60 min, entre 3 y 5 días a la semana. Como entrenamiento de resistencia se podrían incluir grupos de 8-10 ejercicios, que condicionen los grupos musculares mayores, repetidos de 8 a 12 veces, al menos 2 días a la semana. Se realizaría al 60-90 % de la FC máx o entre el 50 y 85 % del consumo máximo de oxígeno.²⁸ La American Heart Association estableció también unos niveles mínimos de ejercicio para desarrollar la salud y una buena forma física: sesiones de 20-30 min, 3 días por semana, a una intensidad de entre el 50 y 60 % del consumo máximo de oxígeno.²⁶ En personas mayores será necesario realizar ciertas adaptaciones según su situación física inicial, pero en términos generales los niveles mínimos de ambos protocolos podrían ser aplicables al inicio de la prescripción^{27,29} (tabla 15.3).

En los ancianos se recomienda fundamentalmente el ejercicio físico de tipo aeróbico, movilizand o grandes grupos musculares. Sin

TABLA 15.3
Niveles iniciales mínimos de ejercicio físico recomendados
en ancianos, por diferentes grupos

	ACSM	AHA	CORTES Y GOETZ
INTENSIDAD	60 % de FCM 50 % $\dot{V}O_2$ máx.	50-60 % $\dot{V}O_2$ máx.	50-60 % FCE
DURACIÓN	20 min	20-30 min	15-30 min
FRECUENCIA	3 d/sem	3 d/sem	3 d/sem
ACSM: American College of Sports Medicine. AHA: American Heart Association. FCM: Frecuencia cardíaca máxima. FCE: Frecuencia cardíaca alcanzada en la prueba de esfuerzo. $\dot{V}O_2$máx.: Consumo máximo de oxígeno.			

embargo, el añadir un pequeño componente de entrenamiento de resistencia, como pesas de 1-2 kg, puede ser muy interesante para potenciar grupos musculares específicos. De esta forma se consigue mejorar la realización de muchas actividades de la vida diaria, que podrían estar limitadas.

Los ejercicios aeróbicos más recomendados son: caminar, trotar, correr, andar en bicicleta, nadar, bailar, etc. Evidentemente cuando se utiliza la caminata como entrenamiento, la intensidad será menor que en otros ejercicios, como por ejemplo correr. Será necesario aumentar la frecuencia o duración para conseguir resultados equivalentes (tabla 15.4).

TABLA 15.4
Ejercicios fundamentalmente aeróbicos recomendados

- | | | |
|-----------|-----------------------|----------|
| • Caminar | • Correr | • Bailar |
| • Trotar | • Montar en bicicleta | • Nadar |

La intensidad se calculará, como en adultos sanos, basándonos en los resultados individuales de las pruebas de esfuerzo. En general, la intensidad recomendada será menor que en sujetos más jóvenes, aumentando la frecuencia y duración del ejercicio. La progresión será más lenta. La intensidad de ejercicio puede calcularse por diferentes parámetros. El más accesible sería la FC, en función de la obtenida en la prueba de esfuerzo. Otros parámetros igualmente válidos serían el consumo máximo de oxígeno, o los MET, unidad metabólica obtenida también mediante la prueba de esfuerzo. Algunos autores, como Wenger, recomiendan como pauta general que el paciente sea capaz de hablar con un compañero mientras realiza el entrenamiento, manteniendo así el ejercicio por debajo del umbral de anaerobiosis³⁰.

Cortes y Goetz³¹ recomiendan iniciar el entrenamiento al 50-60 % de la FC alcanzada en la prueba de esfuerzo (FCE), que sería incluso más baja en pacientes ancianos muy desacondicionados. La duración inicial sería 15-30 min tres veces por semana. El ejercicio se intensificará progresivamente, pero sin exceder en ningún caso el 90 % de la FC alcanzada en la prueba de esfuerzo. Estos autores recomiendan niveles de entrenamiento ligeramente inferiores a los descritos por el American College of Sports Medicine y la American Heart Association. Sin embargo, la gran mayoría de grupos utilizan y recomiendan dichos protocolos de entrenamiento con adaptaciones individuales (tabla 15.3).

Las sesiones de ejercicios tendrán los mismos componentes que en otras edades, variando la duración de las mismas²⁷ (tabla 15.5). Así el calentamiento debe ser más prolongado. Los ancianos tardan más en alcanzar niveles estables de FC, TA y respuesta ventilatoria. Se recomienda una duración de 10-15 min, realizando estiramientos, ejercicios calisténicos y actividad aeróbica ligera. El período de enfriamiento o relajación debe ser también más lento (10-15 min) por similares razones: mayor dificultad en perder calor junto con una vuelta más lenta a los parámetros hemodinámicos basales. En este tiempo se realizará ejercicios aeróbicos de bajo nivel.

El período de entrenamiento aeróbico deberá ser inicialmente de al menos 15 min, aumentándolos de forma progresiva. Este componente es fundamental para mejorar la capacidad física, y puede estar formado por uno o varios tipos de ejercicios (caminar, trotar, correr, pedalear, etc.) dentro de cada sesión. En este período se debe alcanzar y mantener la FCE, o el porcentaje de $\dot{V}O_2$ máx previstos,

TABLA 15.5
Componentes de una sesión de entrenamiento, recomendados en ancianos

ACTIVIDAD		TIEMPO
Calentamiento	• Estiramientos • E. aeróbico ligero • E. calisténicos	10-15 min
Ejercicio aeróbico	• Caminar, trotar, bicicleta, nadar...	15-60 min
Entrenamiento resistencia	• 8-12 repeticiones de ejercicios con pesas de 1-2 kg • Aparatos específicos	10-20 min
Enfriamiento	• E. aeróbico ligero • Relajación muscular	10-15 min

teniendo en cuenta que son normales ciertas fluctuaciones (entre el 10-12 %).

El componente de entrenamiento de resistencia tratará de acondicionar grupos musculares concretos, bien por desadaptación previa importante, o con la finalidad de mejorar la fuerza muscular, necesaria para facilitar la ejecución de las actividades diarias. Las sesiones de entrenamiento serán así más completas. Los ejercicios con pesas de 1-2 kg o incluso con aparatos de entrenamiento de resistencia estarían indicados durante 8-10 min al inicio y que podrían irse incrementando.

La frecuencia de las sesiones debe ser 3 días a la semana inicialmente, para aumentarla progresivamente hasta 5 días siempre que sea posible.

Peculiaridades específicas del entrenamiento en ancianos

Ante los cambios cardiovasculares y generales anteriormente descritos debemos tener en cuenta ciertas normas generales.

El tipo de ejercicio a realizar debe seleccionarse de forma individual. Aunque existen muchas posibilidades de entrenamiento aeró-

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

Al hacer una prescripción de ejercicio en ancianos, la mayoría de grupos recomiendan empezar el entrenamiento a baja intensidad aumentándolo lentamente. El tipo de ejercicio debe ser fundamentalmente aeróbico con componentes de entrenamiento de resistencia. En las sesiones debe hacerse especial énfasis en los períodos de calentamiento y enfriamiento.

bico, los saltos, trotes o carreras deben eliminarse si existen problemas osteoarticulares importantes. El ejercicio en bicicleta no será posible en ancianos con problemas de visión a no ser que se trate de bicicleta estática, o se realice en circuitos muy restringidos.

La natación y en general el entrenamiento en piscinas facilitan la flexibilidad y los movimientos articulares en ancianos, por lo que sí estaría indicada. Sin embargo, el calor y la vasodilatación pueden provocar mareos por hipotensión. El ambiente donde entrenan debe estar controlado respecto a temperatura y niveles de humedad. Recordemos la dificultad de los ancianos para perder calor.

Evidentemente se suprimirán ejercicios o juegos deportivos que entrañen riesgo importante de lesiones por traumatismos. No debe tampoco insistirse en la "competición", salvo en personas muy entrenadas. Las actividades competitivas pueden aumentar los niveles de catecolaminas y provocar taquicardización superior a la deseada.

Prescripción de ejercicio en ancianos coronarios

En las últimas décadas, se incluye en los programas de rehabilitación cardíaca a pacientes coronarios de edades avanzadas. En

• PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE • PUNTO CLAVE •

Se eliminarán los ejercicios que entrañen un riesgo añadido, según las características individuales del anciano. Son fundamentales las condiciones del ambiente en que se realice la actividad deportiva.

nuestra experiencia y la de otros autores^{32,33} la mejoría es similar e incluso mayor que en pacientes más jóvenes sin aumentar significativamente las complicaciones.

La intensidad de ejercicio prescrita cuando comienzan la fase II de nuestro programa de entrenamiento es del 70-75 % de la FCE o bien el momento de aparición de positividad clínica o eléctrica. Las sesiones tienen una duración inicial de unos 30 min, progresando hasta los 60-80 min a los dos meses, tres días a la semana. Realizan un calentamiento inicial con ejercicios de estiramiento que faciliten la movilidad articular y potencien el tren superior. Efectúan 10-12 repeticiones de ejercicios con mancuernas de 1 kg. Para el entrenamiento aeróbico se utilizan cicloergómetro y cinta ergométrica. En el enfriamiento realizan ejercicios aeróbicos ligeros.

De forma ambulante entrenan mediante caminatas progresivas, de 4 a 6 días a la semana. La progresión consistirá en aumentar la distancia en 1 km diario, cada semana, o 2 semanas en individuos muy ancianos, o con patología vascular o respiratoria.

La FCE se aumentará, alcanzando en 1-2 meses el 85% de la frecuencia alcanzada en la prueba de esfuerzo.

Los resultados de la rehabilitación en este grupo de pacientes es excelente. Hemos conseguido mejoras significativas de la capacidad funcional,³⁴ logrando la vuelta a sus actividades habituales en mejor situación física, en muchos casos, que previamente al accidente isquémico. Las complicaciones han sido mínimas.

CONCLUSIONES

El crecimiento de la población geriátrica en los próximos años subraya la importancia de mantener la calidad de vida en las personas de edad avanzada. Los importantes beneficios obtenidos con el ejercicio físico deberían facilitar la implantación de su práctica habitual. Una buena prescripción de ejercicio consigue mantener unas condiciones físicas óptimas en los ancianos. La adaptación de sus componentes (intensidad, duración, y frecuencia) a la capacidad y objetivos de cada persona, junto con un seguimiento adecuado, evitan los posibles riesgos.

Para evitar el abandono de la práctica deportiva, debe intentarse adaptar los gustos individuales a los diferentes tipos de ejercicio y

Hidden page

Hidden page

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Instituto Nacional de Servicios Sociales. (1993). *Plan Gerontológico*. Madrid: Ministerio de Asuntos Sociales. pp. 28-35.
2. Caspersen, C.J.; Christenson, G.M. y Pollard, R.A. (1986). "Status of the 1990 physical fitness and exercise objectives. Evidence from NHIS 1985". *Public Health Rep.* 101. pp. 587-592.
3. Maroto Montero, J.M. "La rehabilitación cardíaca en el anciano". En Rivera Casado, J.M. (Ed.). (1985). *Cardiología geriátrica*. Madrid: Ene Ediciones. pp. 181-195.
4. Edward, K. y Larson, E.B. (1992). "Benefits of exercise for older adults". *Clin Geriatr Med.* 8. pp. 35-50.
5. Takemoto, K.A.; Bernstein, L.; López, J.F.; Marshak, D.; Rahimtoola, S.H. y Chandraratna, P.A. (1992). "Abnormalities of diastolic filling of the left ventricle associated with aging are less pronounced in exercise trained individuals". *Am Heart J.* 124. pp. 143-148.
6. Ford, G.A.; Hoofman, B.B. y Blaschke, T.F. (1992). "Beta adrenergically mediated cardiac chronotropic and vascular smooth muscle responses during propranolol therapy and withdrawal in young and elderly persons". *J Gerontol.* 47. pp. M22-26.
7. Forman, D.E. y Wei, J.Y. (1995). "Alteraciones cardiovasculares relacionadas con la edad". *Cardiovasc. (ed. esp.)* 16. pp. 38-41.
8. Lernfelt, B.; Wikstrand, J.; Svanborg, A. y Landahl, S. (1991). "Aging and left ventricular function in elderly healthy people". *Am J Cardiol.* 68. pp. 547-549.
9. Olivetti, G.; Melissari, M.; Caasoo, J.M. y Anversa, P. (1991). "Cardiomyopathy of the aging human heart. Myocyte loss and reactive cellular hypertrophy". *Circulation Res.* 68. pp. 11560-11568.
10. Davies, M.J. y Pomerance, A.A. (1972). "Quantitative study of aging changes in the human sinoatrial node and internodal tracts". *Br Heart J.* 34. pp. 150-152.
11. Shimada, K.; Kitazumi, T.; Sadakene, N. y col. (1985). "Age-related changes of baroreceptor function, plasma norepinephrine and blood pressure". *Hypertension.* 7. pp. 113-117.
12. Rodeheffer, R.J.; Gerstenblith, G.; Becker, L.C. y col. (1984). "Exercise cardiac output is maintained with advancing age in healthy human subjects: Cardiac dilatation and increased stroke volumen compensate for diminished heart rate". *Circulation.* 69. pp. 203-213.

13. Ribera Casado, J.M. (1995). "Función cardíaca y envejecimiento". *Rev Esp Cardiol.* 48 (Supl 3) . pp. 3-9.
14. Ehsani, A.A.; Ogawa, T.; Miller, T.R.; Spina, R.J. y Jilka, S.M. (1991). "Exercise Training improves left ventricular systolic function in older men". *Circulation.* 83. pp. 96-103.
15. Londeree, B.R. y Moeschberger, M.L. (1984). "Influence of age and other factors on maximal heart rate". *J Cardiac Rehabil.* 4. pp. 44-49.
16. Fleg, J.L. y Lakatta, E.G. (1988). "Role of muscle loss in the age-associated reduction in $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ ". *J. Appl Physiol.* 65. pp. 1147-1151.
17. Blumenthal, J.A.; Emery, C.F.; Madden, D.J. y col. (1989). "Cardiovascular and behavioral effects of aerobic exercise training in healthy older men and women". *J Gerontol.* 44. pp. M147-M157.
18. Lakatta, E.G. "Normal changes of aging". En Abrams, W.B. y Berkow, R. (Ed.). (1990). *Merck Manual of Geriatrics*. Nueva Jersey: Merck Sharpe & Dohme Research. pp. 310-325.
19. Powell, K.E.; Thompson, P.D.; Caspersen, C.J. y Kendrick, J.S. (1987). "Physical activity and the incidence of coronary heart disease". *Ann Rev Publ Health.* 8. pp. 253-287.
20. Varnauskas, E.; Bergman, H.; Houl, P. y col. (1966). "Hemodynamic effects of physical training patients". *Lancet.* 2. pp. 8-12.
21. Blocker, W.P.; Hartung, G.H. y Payne, R.L. "Rehabilitation exercise programs for the older disabled cardiac patient". En: Blocker, W.P. y Cardus, D. (Ed.). (1983). *Rehabilitation in ischemic heart disease*. NY: Epevctrum. pp. 289-292.
22. Adams, G.M. y De Vrie, H.A. (1973). "Physiologic effects of an exercise training regimen upon women aged 52 to 79". *J Gerontol.* 28. pp. 50-55.
23. Bruce, R.A. (1984). "Exercise, functional aerobic capacity and aging. Another viewpoint". *Med Sci Sports Exerc.* 16. pp. 8-10.
24. De Vries, H.A. (1970). "Physiological effects of an exercise training regimen upon men aged 52-88". *J Gerontol.* 23. pp. 325-329.
25. Landin, R.J.; Linnemeier, T.J.; Rothbaum, D.A.; Chapplear, J. y Noble, R.J. "Exercise testing and training of the elderly patient". En: Wenger, N. (Ed.). (1985). *Exercise and the heart. Cardiovascular clinics*. Filadelfia: FA Davis Company. pp. 201-218.
26. Fletcher, G.F.; Froelicher, V.F.; Hartley, L.H.; Haskell, W.L. y Pollock, M.L. (1990). "Exercise Standards. A statement for health professionals from the American Heart Association". *Circulation.* 82. pp. 2286-2322.
27. Carroll, J. F. y Pollock, M. L. (1992). "Rehabilitation and lifestyle modification in the elderly".

- Cardiovasc Clin.* 22. pp. 209-227.
28. American College of Sports Medicine. (1990). "The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness in healthy adults". *Med Sci Sports Exerc.* 22. pp. 265.
29. Pollock, M.L.; Carroll, J.F. y Graves, J.E. (1991). "Injuries and adherence to walk/jog and resistance training programs in the elderly". *Med Sci Sports Exerc.* 23. pp. 1194-1200.
30. Wenger, N.K. "Populations with special needs for exercise rehabilitation: Elderly coronary patients". En: Wenger, N.K. y Hellerstein, H.K. (Ed.). (1992). *Rehabilitation of the coronary patients*. Nueva York: Churchill Livingstone. pp. 415-420.
31. Cortes, C.W.; Goetz, J.M. (1995). "Pautas para el entrenamiento físico en el paciente cardíaco de edad avanzada". *Cardiovascular.* 16. pp. 262-265.
32. Lavie, C.J., Milani, R.V.; Littman, A.B. (1994). "Benefits of cardiac rehabilitation and exercise training in a large elderly cohort (resumen)". *J Am Coll Cardiol.* 23. pp. 439.
33. De Pablo, C.; Maroto, J.M.; García-Lledó, A.; Morales, M.; Artigao, R.; Torrer, R. y col. (1994). "Actividad física en ancianos cardíopatas". *Rev. Esp. Cardiol.* 47. pp. 89.
34. De Pablo, C. (1995). "Rehabilitación cardíaca en el anciano". *Rev. Esp. Cardiol.* 48 (Supl 1). pp. 54-59.

Ejercicio físico: Declaración de consenso del Consejo de Colegios Médicos*

Ricard Serra Grima

Cardiología y Medicina del Deporte. Coordinador

Caritat Bagur

Licenciada en Educación Física. Fisioterapeuta

Alberto Leiva

Endocrinología

Rafael Peral

Medicina del Deporte

Jaume Roca

Cardiología

J. Antonio Sancha de Prada

Médico de Familia

Robert Soler

Reumatología

* Documento elaborado por los representantes de los Colegios Médicos de Cataluña

El ejercicio físico es una actividad necesaria para promover y mejorar la salud, especialmente cardiovascular. Este es el argumento más importante, desde el punto de vista sanitario, para impulsar su desarrollo entre la población sin exclusiones debido a la edad, limitaciones físicas o antecedentes.

Los cambios sociales o económicos en los años de expansión industrial y desarrollo tecnológico han transformado las condiciones de vida y de trabajo de la mayoría de ciudadanos de lo que ha venido en llamarse el mundo occidental. El esfuerzo físico de diversas ocupaciones y actividades laborales se ha reducido significativamente, hasta el punto de que sus requerimientos energéticos se aproximan a los de ocupaciones de tan sólo ligera intensidad.

El progreso ha representado, para muchos trabajadores, una de las causas que ha promovido el sedentarismo con todas las ventajas desde el punto de vista social e inconvenientes en cuanto a lo que significa para la salud. La transición de una situación de condiciones de trabajo y ambiente ciertamente duras a otra más ligera ha sido progresiva. El impacto sobre las funciones orgánicas y psicológicas ha sido, por esta razón, probablemente más suave y no ha provocado los efectos adversos de un cambio brusco en la intensidad del trabajo y demandas energéticas. Se recomienda, por este motivo, no abandonar totalmente la actividad física, deporte o esfuerzo en el trabajo, debido a los cambios de tipo metabólico y regulación neurovegetativa, entre otros, que pueden resultar poco favorables para el equilibrio de las funciones orgánicas.

En sentido opuesto, se aconseja iniciar los programas de ejercicio físico, trabajo o actividades recreativas, de forma suave y de intensidad lentamente progresiva, especialmente en quienes su estilo de vida sea acusadamente sedentario. El interés por la actividad física, motivado por la sensación objetiva y subjetiva de deterioro de la propia imagen, entre otros argumentos, favorece los errores en los programas de entrenamiento. Consecuencia de ello es el abandono por cansancio y, en casos extremos, complicaciones cardiovasculares y lesiones de tipo oosteroarticular si la actividad que se lleva a cabo es de alto impacto (correr, saltos, etc.).

TIPOS DE EJERCICIO FÍSICO

En la sistematización del estudio del ejercicio físico se ha de diferenciar entre la contracción muscular isométrica y la isotónica. En los

ejercicios isométricos no existe movimiento en el sentido de que no hay variación en la longitud del músculo que se contrae. Queda englobado, dentro de este grupo, el trabajo en el que la resistencia es mayor a la fuerza que se puede aplicar (p.e. empujar contra una pared). El trabajo isotónico, más conocido por dinámico, es aquel en el que la longitud del músculo varía, acortándose, en el momento de la contracción. Se trata de una contracción isotónica concéntrica cuando disminuye la distancia entre origen e inserción muscular (p.e. contracción del bíceps cuando se lleva el antebrazo contra el brazo). La contracción es isotónica excéntrica cuando el músculo está en tensión a la vez que aumenta su longitud (p.e. acción del bíceps al dejar un objeto pesado sobre una mesa).

Según un criterio metabólico, es decir, según el sistema energético utilizado, diferenciamos entre ejercicio aeróbico y anaeróbico. En el ejercicio aeróbico, la aportación de energía se hace en presencia de oxígeno suficiente. Así se trata de un trabajo dinámico de carácter general (se ve implicada más de 1/6 - 1/7 parte de la musculatura total) que tiene un volumen alto e intensidad baja. En el ejercicio anaeróbico la aportación de energía se hace en ausencia de oxígeno. Se trata de una vía energética más rápida y menos duradera que la anterior. Esto determina que el trabajo anaeróbico sea de alta intensidad y bajo volumen.

En la prescripción de ejercicio físico para el fomento de la salud, el ejercicio recomendado es el dinámico y aeróbico que implica grandes masas musculares. Se considera indicado, de esta manera, caminar a ritmo vigoroso, la carrera, natación, bicicleta, juegos deportivos y trabajo de tonificación muscular. El trabajo de tonificación muscular es aconsejable que se realice a través de circuitos de fuerza-resistencia. Se diseñan diferentes estaciones en las que se trabajan los grupos musculares de forma equilibrada y compensada. Es importante tener en consideración que el volumen ha de predominar sobre la intensidad, es decir, el número de repeticiones puede llegar a ser alto pero no la sobrecarga adicional aplicada en los ejercicios.

EFFECTOS DEL EJERCICIO FÍSICO

Los efectos sobre las funciones de los sistemas cardiovascular, musculoesquelético, pulmonar, hormonal y otros menos conocidos se producen por el propio ejercicio, a través de las modificaciones de

los factores de riesgo coronario (hipertensión, dislipemia, etc.) o por los cambios introducidos en el estilo de vida al abandonar el sedentarismo (dieta, tabaquismo).

Por el propio ejercicio

La mejora de la función del sistema cardiocirculatorio se consigue por un incremento más suave de la función cardíaca y TA para un nivel de esfuerzo submáximo. En estas condiciones, el corazón experimenta un sensible ahorro energético. La FC y la TA son dos de los factores que incrementan el consumo de oxígeno por el miocardio ($\dot{M}\dot{V}O_2$). Esta acción es primordial en el control y seguimiento de pacientes afectados de cardiopatía coronaria.

El $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ es el parámetro utilizado en la valoración de la función cardiopulmonar. Existe buena correlación entre el consumo de oxígeno y la función cardíaca en ausencia de patología respiratoria asociada. Por este motivo, se utiliza como estimación no invasiva de la función cardíaca. Existen amplias variaciones de carácter fisiológico con la edad, sexo, nivel de actividad física o factores genéticos. La media en un individuo sano de 20 años es $45 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ con una desviación entre el 10 y 15%. Deportistas muy entrenados alcanzan cifras superiores a los $70 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ debido a que con el trabajo de predominio dinámico se consiguen incrementos de hasta un 35%.

La adaptación del corazón al entrenamiento difiere según el trabajo físico realizado. El trabajo dinámico produce incremento del grosor de la pared del ventrículo izquierdo y del diámetro de la cavidad. Este efecto se produce por la movilización de grandes grupos musculares y el mayor retorno venoso. La respuesta cardiovascular de estas características se conoce como sobrecarga de volumen. El trabajo isométrico produce incremento del grosor de forma poco acusada sin afectar significativamente al diámetro de la cavidad, contrariamente a lo que se había establecido antes de la utilización de la ecocardiografía. Esta respuesta se conoce como sobrecarga de presión. La respuesta aguda y a largo plazo del trabajo dinámico es más fisiológica y favorable que la producida por el trabajo isométrico. El incremento de la TA y de la FC en el esfuerzo dinámico es más suave. No se producen, en consecuencia, aumentos bruscos del consumo de oxígeno del miocardio, lo que tiene interés en la prescripción de ejercicio especialmente los afectados de cardiopatía corona-

Hidden page

Hidden page

do) se transforma en partículas de HDL-colesterol (protector). Así pues, a través del ejercicio, los triglicéridos se transforman en ácidos grasos que se utilizan como fuente energética, aumenta el HDL-colesterol y disminuye el LDL-colesterol, lo que tiene un efecto protector frente a la arteriosclerosis.³

Estudios realizados en deportistas han demostrado que los valores de HDL-colesterol eran sensiblemente más altos y los de LDL-colesterol más bajos, en comparación con individuos de estilo de vida sedentaria.⁴ Una cuestión importante y sin respuesta todavía definida se refiere al nivel de actividad física suficiente para promover estos cambios. Por una parte, hay que señalar que el incremento del HDL-colesterol se produce en individuos que en condiciones basales tienen cifras más altas y, por otra, sugerir que los programas de fitness enfocados al mantenimiento (tres-cinco sesiones por semana, de 20 a 30 min de trabajo dinámico) probablemente son insuficientes para modificar significativamente los niveles de lipoproteínas plasmáticas. Un estudio recomienda el volumen de ejercicio equivalente a 20 km de carrera continua a la semana o el equivalente aproximado a andar 5 h a la semana.

En un estudio posterior se ha demostrado el incremento de la susceptibilidad a la oxidación del LDL-colesterol después de una carrera de cuatro horas de duración. Esto va a favor de los programas de fitness de moderada intensidad.⁵ Los resultados de Lipid Research Clinics Program⁶ han puesto de manifiesto la fuerte relación entre LDL-colesterol y cardiopatía coronaria. El tratamiento de estos pacientes con fármacos hipolipemiantes ha reducido en un 20% el riesgo de cardiopatía coronaria y/o infarto de miocardio en un seguimiento de 7,4 años.

La introducción de programas de ejercicio físico supervisado, en los que el trabajo realizado puede cuantificarse en gasto energético (kcal/semana), tiene implicaciones en la dosificación de la terapéutica con hipolipemiantes y en algunos casos incluso permite su supresión.

Hipertensión

La HTA sistémica es un factor de riesgo cardiovascular estrechamente asociado a la presentación de cardiopatía coronaria y enfermedad cardiovascular.

Entre las medidas no farmacológicas recomendadas en el tratamiento de la HTA, hay que mencionar la modificación de la dieta (hipocalórica e hiposódica) y la prescripción de ejercicio físico. Varios estudios llevados a cabo en los últimos 20 años ponen de manifiesto la relación inversa entre actividad física y HTA.^{7, 8, 9, 10}

El trabajo dinámico es eficaz para regular la HTA de intensidad moderada. Este efecto no se asocia a la pérdida de peso, lo que sugiere que el ejercicio físico actúa como factor independiente. El efecto antihipertensivo de los programas de ejercicio de intensidad moderada (nivel de esfuerzo que es capaz de asumir la mayoría de la población general) se debe a la reducción del volumen plasmático y concentración de norepinefrina en plasma. En pacientes hipertensos, el ejercicio constituye un potente agente no farmacológico al disminuir la actividad simpaticoadrenérgica y aumentar los niveles de prostaglandinas.

El control de la HTA, mediante programas de ejercicio físico en población de edad media, es importante en el contexto de la prevención primaria de la enfermedad cardiovascular. El objetivo es conseguir que los programas de ejercicio físico se inicien en la infancia y adolescencia, entre otras razones, porque la adhesión al ejercicio físico es más fácil en estas edades. Los niños entrenados tienen cifras de TA más bajas que los niños sedentarios. Los adolescentes hipertensos, sometidos a un programa de entrenamiento físico con trabajo de predominio dinámico, regulan las cifras de TA al reducir el peso y mejorar la función cardiopulmonar (capacidad física general). Los cambios estructurales, afectando a las resistencias vasculares que presentan adolescentes obesos, se modifican significativamente con la pérdida de peso y, en mayor grado si se asocia al ejercicio físico de tipo dinámico.¹¹ Así que existe evidencia del efecto del ejercicio físico sobre la TA en adultos y niños con HTA moderada.

Cambios en el estilo de vida

El ejercicio físico contribuye al abandono de los hábitos tóxicos, en especial el tabaco, mantenimiento de dietas equilibradas y menor consumo de alcohol. Resulta incompatible llevar a cabo un programa de actividad física de cierta intensidad si paralelamente no se introducen cambios en el estilo de vida. El porcentaje de fumadores

entre la población físicamente activa es sensiblemente más bajo que entre sedentarios.

En resumen, la actividad física regular promueve cambios en el estilo de vida que afectan a los hábitos higiénico-dietéticos. El efecto inmediato es la sensación subjetiva de bienestar que con el tiempo se convierte en mejoría del estado de salud y el nivel de fitness.

PRINCIPIOS BÁSICOS DEL ENTRENAMIENTO FÍSICO

El propósito más importante de la prescripción de ejercicio es conseguir la ocupación del tiempo de ocio con la mayor sensación de bienestar. De esta forma, es fácil crear las condiciones para la adhesión a los programas de ejercicio, garantizar la permanencia y reducir a cotas insignificantes los niveles de absentismo y abandonos.

El entrenamiento físico para mejora y promoción de la salud se basa en trabajo de predominio dinámico y se complementa con ejercicios de tonificación muscular. Es conveniente, además, mejorar simultáneamente la flexibilidad y coordinación. Estas cualidades incrementan la eficiencia de los movimientos y en conjunto disminuyen el gasto energético. Se recomienda entre 3 y 5 sesiones a la semana con una duración mínima de 30 min. La intensidad oscila entre el 50% (trabajo ligero) y el 85% de la capacidad máxima de esfuerzo que se determina por la FC_{máx} teórica o, lo que es más correcto, porcentaje de la FC obtenida en la prueba de esfuerzo. El paseo activo equivale a un trabajo ligero, alrededor del 50% de la FC_{máx}.

La progresión del esfuerzo ha de ser suave para facilitar la adaptación cardiovascular y periférica. El cambio de programa hacia un nivel de esfuerzo superior se establece cuando el trabajo se realiza con facilidad y con sensación de cansancio agradable. Cada una de las sesiones consta de tres fases: inicial o calentamiento, trabajo específico y enfriamiento o recuperación. Cada una de ellas es importante y su aplicación lleva a conseguir más beneficios y a reducir los riesgos, especialmente en los no iniciados, que carecen de una historia de entrenamiento regular en algún tipo de deporte.

No debe prescindirse de los detalles complementarios cuando se sigue un programa de entrenamiento, incluidos los más suaves como andar a paso activo. No es prudente efectuar una comida copiosa ni beber alcohol antes de iniciar la sesión. Elegir la hora más adecuada, comodidad y condiciones climáticas. Si las sesiones son de larga

duración y el ambiente cálido y húmedo, hay que beber agua con regularidad. El vestuario y el calzado han de ser cómodos y apropiados al tipo de actividad que se ha de llevar a cabo.

Las actividades de bajo nivel de esfuerzo (andar, paseo en bicicleta sobre terreno llano, bailar, nadar suave) son de bajo riesgo y no sobrepasan, generalmente, el 75% de la FC_{máx} teórica que para un hombre de 55 años equivale a 135 lat.min⁻¹. Cuando la intensidad del trabajo que se pretende realizar es más alta, se aconseja realizar una valoración cardiológica en la que la prueba de esfuerzo es la exploración más recomendable.

En los programas de ejercicio físico para población adulta debe valorarse su repercusión osteoarticular. Hay actividades de bajo impacto (nadar y movimientos acuáticos, andar, bicicleta, step) y de alto impacto (correr, saltar, aeróbic de alto impacto). En los centros deportivos se pueden realizar actividades muy diversas, lo que permite elegir la más adecuada para situaciones especiales. Ésta es una más de las ventajas que tienen, por lo que cumplen la función adicional de centros de recuperación funcional. En los programas al aire libre y no supervisados hay opciones tanto de bajo como de alto impacto.

RECOMENDACIONES A LOS MÉDICOS

El médico de asistencia primaria debe conocer el programa de ejercicio físico que se lleva a cabo antes de dar su consejo y el consentimiento. En los casos de participación en actividades de alto nivel de esfuerzo, se ha de recomendar una valoración cardiológica de esfuerzo, especialmente en individuos de más de 35 años. En presencia de enfermedad cardíaca, el especialista debe disponer de información suficiente para emitir una opinión basada en el resultado de exploraciones complementarias efectuadas. Sólo en casos excepcionales se limitará la actividad física de forma absoluta pues, como se ha demostrado, tiene efectos beneficiosos para la salud.

La prueba de esfuerzo ha de facilitar información sobre la capacidad funcional de un paciente, causa de limitación al esfuerzo, cambios observados en el ECG durante el esfuerzo y FC a la que se ha llegado. Debería incluir recomendaciones sobre tipo de actividad y nivel de esfuerzo al que se podría llegar para eliminar el riesgo de complicaciones.

Prohibir la actividad deportiva de carácter competitivo, especialmente en jóvenes, es una decisión que tiene repercusiones psicológi-

cas y sociales importantes. Antes de tomar una decisión de esta envergadura, se han de realizar las exploraciones necesarias para llegar al diagnóstico del proceso y el grado de repercusión funcional que experimenta durante el esfuerzo agudo y a largo plazo.

No existe una legislación concreta en la Ley del Deporte Catalán, en la Ley del Deporte Español ni en la mayoría de países miembros de la Unión Europea sobre reconocimientos de aptitud deportiva e implicaciones médico-legales en casos de accidente mortal no traumático. En estas condiciones consideramos que el médico de asistencia primaria está en condiciones de dispensar la aptitud deportiva para actividad física básica a nivel escolar. Niveles de actividad física o deportiva de carácter competitivo aconsejan efectuar una valoración funcional y cardiológica en la que debería incluirse un ECG y si es posible una prueba de esfuerzo. La prueba de esfuerzo debería recomendarse asimismo a los deportistas de más de 35 años o a partir de los 30 años si tienen factores de riesgo (tabaquismo, hipertensión, diabetes o hipercolesterolemia).

RECOMENDACIONES A LOS PADRES Y EDUCADORES

La adhesión a los programas de ejercicio se produce con mayor facilidad si se promueve la actividad física en la infancia, durante la etapa escolar.

La etapa de juegos y de actividad polideportiva, que se aconseja hasta los doce años, favorece la identificación de los niños con un deporte o actividad física. Pese a las limitaciones técnicas que presentan la mayoría de ellos —sólo una parte tiene condiciones para progresar hacia la competición—, la ilusión por el juego es un factor que neutraliza los aspectos técnicos poco favorables y que llevan al absentismo.

Los padres deben estimular la actividad física de sus hijos con el convencimiento de que mediante el deporte se seguirá, generalmente, un estilo de vida más saludable. Se reduce el consumo de tabaco, alcohol y otro tipo de sustancias tóxicas. El deporte contribuye, además, al desarrollo armónico corporal y a la regulación de la conducta y personalidad de los niños con influencia positiva sobre el rendimiento escolar.

La aterosclerosis se establece tras varias décadas. Si el ejercicio físico se practica desde la infancia, asociado a modificaciones de los hábitos dietéticos, es posible que interfiera en su evolución.

El deporte escolar ha de constituir la fuerza capaz de integrar a todos los niños que tienen en común el afán de participar en el juego. Las habilidades técnicas o el desarrollo físico han de pasar a un segundo término. Esto constituye el aprendizaje de la tolerancia y la convivencia, elementos esenciales de la vida en la sociedad democrática.

El objetivo de los responsables del deporte escolar es conseguir la máxima participación a todos los niveles y dar facilidades a los menos dotados para que mantengan el interés por una actividad que es parte de su formación escolar y soporte de un estilo de vida saludable para el futuro.

Hidden page

Hidden page





PRESCRIPCIÓN DE EJERCICIO FÍSICO PARA LA SALUD

En este libro se considera la práctica del ejercicio físico, regular y controlado, como un instrumento terapéutico de primer orden. El lector encontrará la respuesta adecuada a muchas cuestiones que son habituales a la hora de recomendar a los pacientes una determinada actividad física. Se presenta la valoración funcional y cardiológico previa al entrenamiento físico –los protocolos más adecuados en función del tipo de población estudiada y de los parámetros más utilizados–, se brinda las orientaciones básicas para la elaboración de programas de ejercicios en el ámbito no competitivo, se clasifica las actividades físicas y los deportes más comunes según su repercusión cardiovascular y, desde el punto de vista osteoarticular, en disciplinas de alto o bajo impacto. Luego, se trata en detalle la prescripción de ejercicio físico en pacientes con cardiopatía coronaria, con enfermedad respiratoria crónica, con lesiones traumatológicas, con trastornos del metabolismo mineral-cálcico, con diabetes, dislipemia y obesidad. Asimismo, se estudia en detalle la práctica de ejercicio físico durante el embarazo, y la prescripción del mismo en la población adulta y en los ancianos.

Caritat Bagur Calafat. Licenciada en Educación Física y Fisioterapeuta. Profesora adjunta de la Universitat Internacional de Catalunya.

Ricard Serra Grima. Doctor en medicina. Departamento de Cardiología y Cirugía Cardíaca (Hospital de la Santa Creu y Sant Pau) Consell Català de l'Esport. Servei mèdic F.C. Barcelona-Sanitas.

ISBN: 84-8019-802-8



9 788480 198028