

Nutrición, vida activa y deporte



CEU
*Universidad
San Pablo*



Nutrición, vida activa y deporte

Coordinadores:

Gregorio Varela Moreiras

Departamento de Ciencias Farmacéuticas
y de la Alimentación.
Universidad CEU San Pablo (Madrid).

Dolores Silvestre Castelló

Departamento de Fisiología, Farmacología y Toxicología.
Facultad de Ciencias de la Salud.
Universidad CEU Cardenal Herrera. Moncada (Valencia).



CEU
*Universidad
San Pablo*

© INSTITUTO TOMÁS PASCUAL SANZ

para la nutrición y la salud

Pº de la Castellana 178 - 3º Dcha. 28046 Madrid

Tel.: 91 703 04 97. Fax: 91 350 92 18

webmasterinstituto@institutotomaspascual.es • www.institutotomaspascual.es

© Universidad San Pablo CEU

Julián Romea 23. 28003 Madrid

Tel.: 91 456 66 00



Coordinación editorial: International Marketing & Communication, S.R.

Alberto Alcocer, 13, 1º D. 28036 Madrid

Tel.: 91 353 33 70. Fax: 91 353 33 73. imc@imc-sa.es

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, transmitida en ninguna forma o medio alguno, electrónico o mecánico, incluyendo las fotocopias, grabaciones o cualquier sistema de recuperación de almacenaje de información, sin permiso escrito del titular del copyright.

ISBN: 978-84-7867-051-2

Depósito Legal: M-8155-2010

ÍNDICE

Prólogo de D. Ricardo Martí Fluxa	7
Prólogo de D. Rafael Sánchez Saus	9
Introducción	11
<i>D.ª Dolores Silvestre Castelló y D. Gregorio Varela Moreiras</i>	
CAPÍTULO 1. ¿Qué es la vida activa? ¿Qué es el deporte?	13
<i>Julio César Legido Arce y Juan Carlos Segovia Martínez</i>	
Conceptos de vida activa y salud	13
Guía para una vida activa	24
Recomendaciones generales para una vida activa	25
Bibliografía	26
CAPÍTULO 2. Anatomía y composición corporal del ejercicio y el deporte	29
<i>Julia Pérez de Miguel sanz</i>	
Resumen	29
Introducción	29
Características de la composición corporal en deportistas	30
Métodos de estimación de la composición corporal en deportistas	31
Peso corporal y distribución de la grasa corporal	33
Tipos de tejido adiposo	36
El músculo como órgano de almacenamiento de grasa	37
Bibliografía	39
CAPÍTULO 3. Ejercicio, radicales libres y antioxidantes	41
<i>Javier González Gallego y Pilar Sánchez Collado</i>	
Resumen	41
¿Qué son los radicales libres?	41
Efectos negativos causados por los radicales libres	43
Sistema de defensa antioxidante	44
Factores de transcripción	45
Radicales libres y ejercicio	47
Efectos del entrenamiento y papel de los antioxidantes	49
Conclusión	50
Bibliografía	50

CAPÍTULO 4. La dieta para una vida activa: concreción en el embarazo y lactancia	53
<i>Dolores Silvestre Castelló</i>	
Resumen	53
Necesidades nutricionales para una vida sana	53
Cálculo de las necesidades energéticas de la dieta	55
Cálculo del aporte de nutrientes energéticos	56
Cálculo del aporte de nutrientes esenciales	56
Otros objetivos nutricionales	57
Adecuación de la dieta a la vida activa	58
Modificaciones nutricionales para la gestación y la lactancia	62
Bibliografía	64
<hr/>	
CAPÍTULO 5. Beneficios de la actividad física en la infancia y adolescencia	67
<i>Óscar Luis Veiga Núñez y David Martínez Gómez</i>	
Resumen	67
Marco conceptual de la actividad física y otros términos afines	67
Beneficios de la actividad física sobre la salud en niños y adolescentes	70
Recomendaciones sobre actividad física para niños y adolescentes	78
Bibliografía	80
<hr/>	
CAPÍTULO 6. Relación actividad física y estado de salud en la menopausia y el envejecimiento	83
<i>Gregorio Varela Moreiras</i>	
Resumen	83
¿Qué es la menopausia o el climaterio? ¿Qué cambios se producen?	83
Hábitos alimentarios, estado nutricional y estilos de vida en una población de mujeres menopáusicas españolas: estudio EFFIK	89
Edad avanzada, vida activa y deporte	90
Epidemiología de la actividad física en personas mayores	94
Composición corporal en edad avanzada y actividad física	95
Investigación en nutrición, vida activa y personas mayores. La experiencia del proyecto HALE	96
Guía práctica de la actividad física y el deporte en las personas mayores	99
Bibliografía	102

CAPÍTULO 7. Actividad física, sedentarismo y obesidad	105
<i>Marta Garaulet Aza y M.ª del Carmen Sánchez Moreno</i>	
Resumen	105
La obesidad, una cuestión de física: gasto menor a ingesta	105
Un ambiente obesogénico	106
La inactividad como causa de obesidad	107
Ejercicio físico en el tratamiento de la obesidad: el uso del podómetro	110
¿Qué pasa con los niños?	113
Políticas de actuación en Salud Pública	116
Conclusión	118
Bibliografía	118
<hr/>	
CAPÍTULO 8. Trastornos de la conducta alimentaria y deporte	121
<i>Nieves Palacios Gil-Antuñano</i>	
Resumen	121
Introducción	121
Imagen corporal y ejercicio físico	122
Prevalencia	123
Deportistas en peligro	123
Factores de riesgo	124
La mujer deportista	127
Métodos y estrategias para perder peso en los deportistas	128
Recomendaciones para los deportistas que quieren perder peso	128
Bibliografía	129
<hr/>	
CAPÍTULO 9. La inactividad física como factor de riesgo global de enfermedades crónicas	131
<i>Carlos Sánchez de Juan</i>	
Resumen	131
Introducción	131
Epidemiología	132
Cambios en el estilo de vida y enfermedades crónicas	132
Prevención de las enfermedades crónicas	134
Inactividad física, aumento excesivo de peso y obesidad	135
Inactividad física y diabetes mellitus	140
Inactividad física y enfermedades cardiovasculares	141
Inactividad física y cáncer	142

Inactividad física y osteoporosis	143
Conclusiones	144
Bibliografía	144
<hr/>	
CAPÍTULO 10. ¿Qué comen los deportistas? ¿Qué deberían comer?	147
<i>Elena Alonso Aperte</i>	
Resumen	147
Introducción	148
Metabolismo energético y requerimientos de energía	148
Recomendaciones nutricionales en la dieta del deportista	152
Conclusión	159
Bibliografía	159
<hr/>	
CAPÍTULO 11. Evaluación de los hábitos alimenticios del deportista de élite: el caso del fútbol	161
<i>Eduardo Iglesias Gutiérrez, Pablo M. García-Rovés González y Ángeles M. Patterson</i>	
Resumen	161
Introducción	161
Valoración del estado nutricional del futbolista de alto nivel	162
Influencia de las preferencias y aversiones alimentarias en la selección de alimentos y la ingesta de nutrientes de futbolistas de alto nivel	172
Análisis de la ingesta de energía y macronutrientes en función de la posición que el jugador ocupa en el campo	175
Evaluación de la ingesta de nutrientes y energía durante el periodo de concentración previo y posterior a un partido de competición disputado fuera de casa	177
Reflexiones finales	179
Bibliografía	180
<hr/>	
CAPÍTULO 12. Alimentos funcionales, ayudas ergogénicas y suplementos nutricionales: ¿son necesarios?	185
<i>Natalia Úbeda Martín y Eduardo Iglesias Gutiérrez</i>	
Resumen	185
Introducción	185
Efectos de los alimentos funcionales y las ayudas ergogénicas en el deporte	187
Conclusión	198
Bibliografía	198
<hr/>	

PRÓLOGO

Hoy en día sabemos, y está plenamente demostrado, que la disminución paulatina en la práctica del deporte, y en la actividad física en general, suponen un factor de riesgo para el desarrollo de numerosas enfermedades crónicas, la mayor parte de ellas derivadas de esa gran epidemia del siglo XXI que se llama obesidad y sobrepeso. Enfermedades como la diabetes, hipertensión, problemas cardiovasculares, algún tipo de cáncer, artrosis, osteoporosis y algunas otras relacionadas con la salud mental tienen parte de su origen en el sedentarismo crónico. Por el contrario, el abandono de este hábito produce muchos beneficios físicos y psicológicos en nuestra salud.

Diariamente asistimos al uso de numerosos términos relacionados con el deporte y la actividad física que no sabemos muy bien a qué se refieren o qué implican, por ejemplo, la actividad física entendida como la cantidad total de energía que consume nuestro cuerpo en su actividad diaria. Esta actividad diaria incluye todas las actividades que realizamos en nuestro día a día, desde las tareas en el hogar, pasando por la actividad laboral, los traslados, la compra, las relaciones sociales, etc. Si damos una estructura a esas actividades, dotándolas de un carácter programado, se convertirán en un hábito y en una manera de optimizar ese gasto energético total, con lo que podríamos estar hablando de ejercicio físico. Es decir, el momento en el que nos planteamos la acción y comenzamos a organizar nuestro tiempo y dotamos a estas actividades de un carácter consciente e incluimos en ellas otras acciones tales como juegos, caminatas, actividades dotadas de mayor gasto energético como subir escaleras, bajarnos del autobús una parada antes, ir a por la compra a pie, etc.

Cuando hablamos de deporte entran a formar parte de ese ejercicio la competición, las normas y las reglas y la observación de ciertas prácticas que de otra forma no incluiríamos en el ejercicio físico, tales como el uso de herramientas y ropas específicas.

A través de la práctica del ejercicio físico buscamos nuestra forma física que se relaciona con los atributos físicos de nuestro cuerpo tales como la flexibilidad, la velocidad, la fuerza y la resistencia.

En nuestra sociedad se promueve el culto a la imagen, a los cuerpos sanos y en forma, se rechaza la obesidad y el sobrepeso y, sin embargo, cada vez es mayor la tendencia a ganar peso y a la obesidad y sus cifras aumentan alarmantemente, en especial entre nuestros jóvenes, porque a la vez la sociedad pone mayor énfasis en las comodidades, las condiciones laborales, el ocio sedentario y otros muchos factores que promueven la ausencia de actividad física de una forma consciente o inconsciente. Por otro lado, la cantidad de información disponible y los rápidos medios de comunicación nos suministran tanta información al respecto que la gran mayoría de las personas no saben discernir cuál es cierta, cuál es rigurosa y carecen de la suficiente claridad

de criterio para saber qué hacer y alcanzar esa forma física que tantos beneficios para la salud nos aporta.

Son claras las recomendaciones de práctica de ejercicio físico y fáciles de poner en práctica, tan solo necesitamos darles estructura y ser conscientes de que esas actividades cotidianas se pueden poner a nuestro servicio para llegar al objetivo. Aquellas personas que ya mantienen su forma física en un nivel adecuado desean además practicar deportes, pero aún en esos casos nos sorprende encontrarnos con errores y falsas creencias y mitos relacionados con el mismo.

Desgraciadamente es habitual encontrar a numerosas personas que desean bajar de peso y perder esos kilos de más, ganados gracias a los desajustes positivos entre la energía que ingirieren y la que queman, realizando programas agresivos de adelgazamiento o siguiendo dietas no del todo sanas, sin que se acompañen de un incremento en su actividad física y consecuentemente del gasto energético diario. El resultado es que suele perderse peso para ganarse después fácilmente, ya sea porque no se cambiaron los hábitos alimentarios, no se cambiaron los estilos de vida o una combinación de los mismos.

En este libro podrás encontrar algunas recomendaciones y pautas que contribuyan a llevar una vida físicamente activa, lo que la hará también más sana. Y lo relaciona con los hábitos nutricionales más adecuados a esa práctica de ejercicio y deporte, la que tú elijas.

Nunca es tarde para ponerse manos a la obra y abandonar los malos hábitos de vida de nuestra sociedad y adquirir un estilo de vida más saludable

Por ello, el Instituto Tomás Pascual Sanz se esfuerza en la puesta en marcha de seminarios que recojan las recomendaciones de los expertos en la materia. De la mano de la Universidad San Pablo CEU y Cardenal Herrera CEU, a través de la Cátedra Tomás Pascual Sanz en alimentación y salud, se organizó un seminario, el pasado mes de noviembre, que pretendía arrojar luz sobre todos estos aspectos y ayudar a la población en la consecución de sus objetivos para llevar un estilo de vida saludable. No sólo se trata de ganar años de vida, sino que además esos años sean de mejor calidad.

Queremos agradecer a la Universidad CEU San Pablo y CEU Cardenal Herrera, el esfuerzo y la ilusión puestos en la elección de los mejores expertos en cada materia y en la coordinación científica de las jornadas, que resultaron un éxito.

Esperamos que la lectura de este libro sirva para que comiences una vida más activa y llenes de actividad física tu vida. Estamos seguros de que redundará en tu bienestar general.

Muchas gracias.

D. Ricardo Martí Fluxá

Presidente del Instituto Tomás Pascual Sanz
para la nutrición y la salud

PRÓLOGO

No puedo imaginar casi nada más placentero que gozar de la lectura de un buen libro cómodamente instalado en el sillón habitual, mi perro Tacho a los pies y ante el fuego de la chimenea. La posibilidad, además, de una copa de oloroso seco a la mano convertiría la escena en sucursal del paraíso. Sin embargo, este buen libro que tiene ante usted, lector atento, parece pensado para fines muy distintos. Su lugar en la casa debiera encontrarse, más que en la biblioteca, en la bolsa de deporte o en la alacena de la cocina, como vademécum imprescindible del atleta y recordatorio perenne para los frequentadores del frigorífico. En todo caso, puede comprobarse fácilmente que la simple lectura de sus primeras páginas nos ayuda a caminar más erguidos, a acariciar propósitos de buenos hábitos, a tratar de disminuir drásticamente la ingesta de las siempre apetecibles grasas, a ilusionarnos con la transformación que podría operarse en nuestro cotidiano discurrir si, de una vez por todas, nos decidiéramos a poner en práctica los sabios consejos sobre vida sana y nutrición equilibrada que venimos oyendo desde que tenemos uso de razón y que este libro atesora con especial fundamento científico.

Todas las sociedades humanas han valorado extraordinariamente la salud, de forma que su posesión ha sido siempre conceptuada señal inequívoca de la predilección de los dioses. Sólo el cristianismo ha tenido el arrojo y la lucidez suficientes para ver en el enfermo, el débil, un estado superior, más cercano a un Dios glorioso porque sufriente. Esta operación intelectual, profundamente moral, que sin duda vino precedida de una constatación que sólo pudo proceder de los mejores espíritus, hizo posible la desmitificación de la salud meramente corporal y, por lo tanto, creó las condiciones para, llegado el momento, abordar su estudio e investigación como un campo más de las ciencias. De eso hace ya mucho y este libro no trata de ello, pero quizá sea bueno recordarlo cuando lo tengamos entre las manos. La salud del cuerpo es algo estupendo -¿quién podría dudarlo?- siempre que de ello no hagamos algo obsesivo, es decir, siempre que permitamos que sean la ciencia y la propia conciencia quienes marquen los límites de nuestra acción y nuestras preocupaciones al respecto, y no los caprichos de la moda, los intereses del mercado o las opiniones de los compañeros de trabajo o las vecinas. Alguien definió la salud como el silencio del cuerpo, pero ¿es posible recrearse y conformarse con el silencio de un cuerpo aceptablemente sano en medio del guirigay continuo en torno a nuestros cuerpos y la exigencia idolátrica de perfecciones inalcanzables?

Este libro, que aborda tantos asuntos de amplio interés y proporciona tanta información de manera comprensible y amena, haría fácil seguir escribiendo durante un buen rato de lo mucho que me sugiere, pero no sé si esa tarea sería lo suficientemente activa y prefiero poner en práctica sus enseñanzas con un buen paseo en compañía de Tacho. No creo que los amables coordinadores, Dolores Silvestre y Gregorio Varela, me reprochen esta incorporación voluntaria al ejercicio mode-

rado que les permite a ustedes, lectores sufridos, escapar de las extravagantes divagaciones a las que suele abocarme la conjunción de inactividad física y oloroso. Lo cierto es que ellos han coordinado un libro más que útil para ayudarnos a destruir mitos, sacudirnos la modorra, evitar excesos y actuar discretamente en asuntos en los que nos va no sólo la salud, también la tranquilidad de espíritu y el contenido de una vida sana y razonable. Hay que agradecerles, como a los demás autores, su dedicación casi samaritana a la salud del prójimo y a la investigación de temas de absoluta actualidad y continua aplicación en estos tiempos. Este agradecimiento debe hacerse extensivo al Instituto Tomás Pascual Sanz, sin cuyo patrocinio la edición quizá no hubiera sido posible y a todos los que participaron en las jornadas celebradas en noviembre de 2009 en el campus de Montepíncipe de la San Pablo-CEU. Que este libro, que tanto bien puede reportar a tantos, les reporte a todos ellos las satisfacciones que merecen.

D. Rafael Sánchez Saus

Rector de la Universidad CEU San Pablo

INTRODUCCIÓN

D.ª Dolores Silvestre Castelló* y D. Gregorio Varela Moreiras**

*Profesora Adjunta de Nutrición y Bromatología. Departamento de Fisiología, Farmacología y Toxicología. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad CEU Cardenal Herrera. Moncada (Valencia).

**Presidente Fundación Española de la Nutrición (FEN).
Departamento de Ciencias Farmacéuticas y de la Alimentación.
Universidad CEU San Pablo (Madrid).

Los factores que marcan la evolución económica de una población, así como los cambios que de ella se desencadenan, afectan a numerosos aspectos de la vida de sus individuos, como sus hábitos en las acciones más básicas y repetitivas, hasta modificar significativamente sus costumbres y su forma de vida.

El análisis social de la sociedad española actual respecto a las generaciones que nos preceden muestra cambios drásticos en aspectos tan diversos como: estructura familiar, preferencias de ocio, hábitos alimentarios, medios de transporte, hábitat de vivienda, medios de comunicación, condiciones y aspiraciones laborales y de tiempo libre... todo ello nos ha abierto amplias posibilidades en la planificación de nuestro día a día, pero a su vez nos ha condicionado hacia rutinas no siempre favorables para nosotros. Como corresponde a cualquier rutina, su seguimiento es inconsciente y sistemático, sus efectos se manifiestan a largo plazo y son, generalmente, desconocidos y ajenos a los motivos de su elección. En nuestro caso, gran número de estos cambios han convergido en el abandono de la actividad como dinámica de vida. El uso generalizado del vehículo como transporte, el acceso fácil de numerosos servicios en el propio domicilio, la escasez de tiempo disponible, el diseño de nuestras ciudades y entornos, todo ello confluye en una vida sedentaria, en muchas ocasiones muy sedentaria... que junto a unos hábitos alimentarios inadecuados, derivados de las mismas situaciones, desembocan en situaciones de riesgo para la salud y elevan hasta la alarma patologías relacionadas como la obesidad o enfermedades cardiovasculares, entre otras.

Quizás no somos conscientes de que el seguimiento de una dieta saludable junto con la realización diaria de una adecuada tasa de actividad determinará, en gran parte, el bienestar inmediato de la persona y va a condicionar su salud en etapas posteriores de la vida. Conseguirlo depende de nuestra voluntad y motivación social..

Por todo lo anterior, desde aquí el interés de los coordinadores del presente libro en invitar al lector a analizar con nosotros sus costumbres en relación a ambas prácticas: *alimentación* y *actividad física*. La obra está diseñada como un compendio de capítulos, cada uno elaborado por profesionales expertos en su contenido, de forma que en su conjunto proporcionan al lector las

bases de conocimiento necesarias para comprender su interés, relación y efectos sobre la salud y por tanto su calidad de vida.

Desde el rigor científico, a la vez que lectura amena y sencilla, los contenidos del libro parten de la definición lingüística y práctica de términos en ocasiones confusos como “vida activa”, “actividad física” o “deporte”; analizan el efecto de su realización sobre la estructura del cuerpo y sobre la formación y acción de compuestos activos biológicamente como los radicales libres; evalúan la significación e interés que sus pautas pueden presentar en etapas concretas de la vida como son la infancia, la gestación, la lactancia y la tercera edad; justifican su praxis como medida de prevención de patologías crónicas de amplia prevalencia en nuestra sociedad; concretan sus aportaciones en las recomendaciones para deportes concretos y afamados como el fútbol; evalúan el posible interés de incorporar en la alimentación del deportista alimentos funcionales o suplementos especiales, así como el riesgo de desviarse hacia trastornos alimentarios.

Los contenidos del libro han sido objeto de las jornadas que con el nombre de “*Nutrición, Vida Activa y Deporte*” se han llevado a cabo en Madrid los días 11 y 12 de noviembre en la Universidad CEU San Pablo, como actividad incluida en la Semana de la Ciencia y la Tecnología de la Comunidad de Madrid 2009.

Desde aquí el reconocimiento y agradecimiento sincero por parte de los coordinadores a los autores, que han sabido plasmar y transmitir sus amplios conocimientos y experiencia profesional con ilusión y de forma accesible para el lector profano a su área. Gracias a la Fundación San Pablo-CEU, en sus obras Universidad CEU-San Pablo y CEU-Cardenal Herrera, por las facilidades que nos han proporcionado para sacar adelante este proyecto. Muy especialmente nos sentimos agradecidos al Instituto Tomás Pascual Sanz, a través de su Cátedra en la Facultad de Farmacia de la Universidad CEU San Pablo, por su confianza, su acompañamiento y los medios que pone en nuestras manos para desarrollar acciones que difundan entre la sociedad la visión científica sobre los aspectos de salud de actualidad e interés para ella.

Y gracias a ti, lector, por interesarte en nuestra obra que esperamos sea de tu agrado y satisfaga lo que de ella esperas.

¿Qué es la vida activa? ¿Qué es el deporte?

Julio César Legido Arce* y Juan Carlos Segovia Martínez

Departamento de Medicina Física y Rehabilitación. Facultad de Medicina, Escuela de Especialistas en Medicina de la Educación Física y el Deporte. Universidad Complutense de Madrid.

*Fundación Deportiva Apóstol Santiago. Madrid.

Conceptos de vida activa y salud

Actualmente es de aceptación común entre los profesionales sanitarios y los dedicados a la educación física y el deporte, que la actividad física y la condición física ejercen una influencia positiva en la salud de las personas.

Por otra parte, los beneficios de la actividad física sobre muchas enfermedades, en su prevención y tratamiento, están bien establecidos, en otras sólo se sugieren y hacen falta más estudios todavía para establecerlos definitivamente. Cuando entendemos la actividad física como un proceso continuo durante toda la vida –educación y hábitos– y también en el sentido sanitario del término, debemos plantearnos los aspectos cuantitativos y cualitativos para la correcta prescripción de la actividad física, con efecto preventivo o fomentador de la salud. Desde principios de los años 60, Ulmann (1) señala la tendencia primordial a considerarlo un tema médico. Desde finales del siglo XIX la medicina ha influido sobre el desarrollo de la educación física y el deporte desde varios puntos de vista o tendencias: el desarrollo de las gimnasias racionales de finales del siglo XIX y principios del XX persiguen unos fines y morfologías que se corresponden con las definiciones de salud entonces imperantes. Otros consideran que la salud puede evaluarse mediante series de índices fisiológicos y ello permite la introducción y justificación médica del deporte –como actividad física– durante gran parte del siglo XX. Por último, el concepto de salud con contenido más psicológico, dinámico y aun social, responde a las recientes transformaciones de contenidos y formas de actividad física, ocio deportivo y antiestrés (2).

El concepto de salud. Es una idea que conocemos y está presente en nuestras vidas, pero no siempre es fácil de entender. En general se venía definiendo en sentido negativo, como un estado de ausencia de enfermedad. Pero ya en 1948 la Organización Mundial de la Salud (OMS), definió la salud como “un estado de completo bienestar físico, mental y social y no tan solo la ausencia de enfermedad”. Como vemos, se contempla de manera integral a la persona en sus planos orgánico, psíquico y social. Además se concibe la salud como un desarrollo, una situación de equilibrio dinámico entre todos los ámbitos del ser humano, lo que lleva a aceptar distintos niveles de salud según las condiciones vitales en que nos desenvolvamos.

Actualmente la salud no es considerada sólo en referencia a la enfermedad, sino que es un concepto multidimensional, donde comparten protagonismo lo social, ambiental y personal, con el enfoque médico. Unido al concepto de salud de forma muy estrecha y con evidente relación causa-efecto directo, aparece el “estilo de vida”, que, al igual que la salud, integra diversos aspectos. La forma de vivir que adopta una persona o un grupo, el consumo, las costumbres alimentarias, los hábitos higiénicos y especialmente la forma de ocupar su tiempo libre, todo ello constituyen elementos configuradores de lo que podemos entender como estilo de vida. Los distintos estilos de vida y todas las variables que los integran conforman un *continuum* que nos llevará a estilos de vida nada saludables o muy saludables, y como consecuencia tendrán mala o buena calidad de vida. Levy y Anderson (3), y Shephard (4) señalan como indicadores de calidad de vida, que se repiten entre los estudiosos del tema: salud, educación, alimentación sana, ocupación, actividad física adecuada, condiciones de vivienda y de trabajo, seguridad social, derechos humanos, vestimenta, hábitos de salud, pautas de descanso regulares y apropiadas, etc. Gutiérrez (5) resume las relaciones entre actividad física y los estilos de vida como sigue: la actividad física parece relacionada con conductas de salud como hábitos de fumar, higiene y alimentación. La actividad física se relaciona positivamente con la salud, en aspectos físicos, mentales y sociales de la persona y también señala que los años escolares son un periodo crítico para adquirir hábitos de actividad física, que luego integrarán la vida adulta.

La actividad física consiste en el movimiento corporal de cualquier tipo producido por la contracción muscular y que conlleva un aumento de gasto energético (6, 7). Es una necesidad básica del ser humano y de esa forma se utiliza el movimiento corporal para interactuar con el entorno. Pero entender la actividad física como sólo la suma de movimientos musculares y de las correspondientes palancas óseas es erróneo. Toda actividad física integra movimiento corporal, interacción con el entorno y otras personas, es una vivencia personal, es práctica social, experiencia personal y nos permite definir, conocer y aceptar nuestras limitaciones vitales. Por tanto es un concepto muy amplio que incluye actividades de la rutina diaria, como las tareas del hogar, ir a la compra o trabajar (tabla 1).

Tabla 1. Actividad física y educación física

MODELO DE BOUCHARD (1994)

Cuatro ámbitos de la actividad física

1. Mundo laboral.
2. Tareas del hogar.
3. En la educación física del sistema educativo.
4. Ocio y recreación.

Los cuatro ámbitos tienen muchos nexos comunes.

El denominado “ejercicio”, son movimientos planificados y diseñados específicamente para desarrollar, mejorar, estar en forma y gozar de buena salud. Las diferentes formas de gimnasias, aplicadas para las etapas cronológicas educativas, adultos o para personas mayores, entrarían en este importante concepto de “ejercicios planificados”.

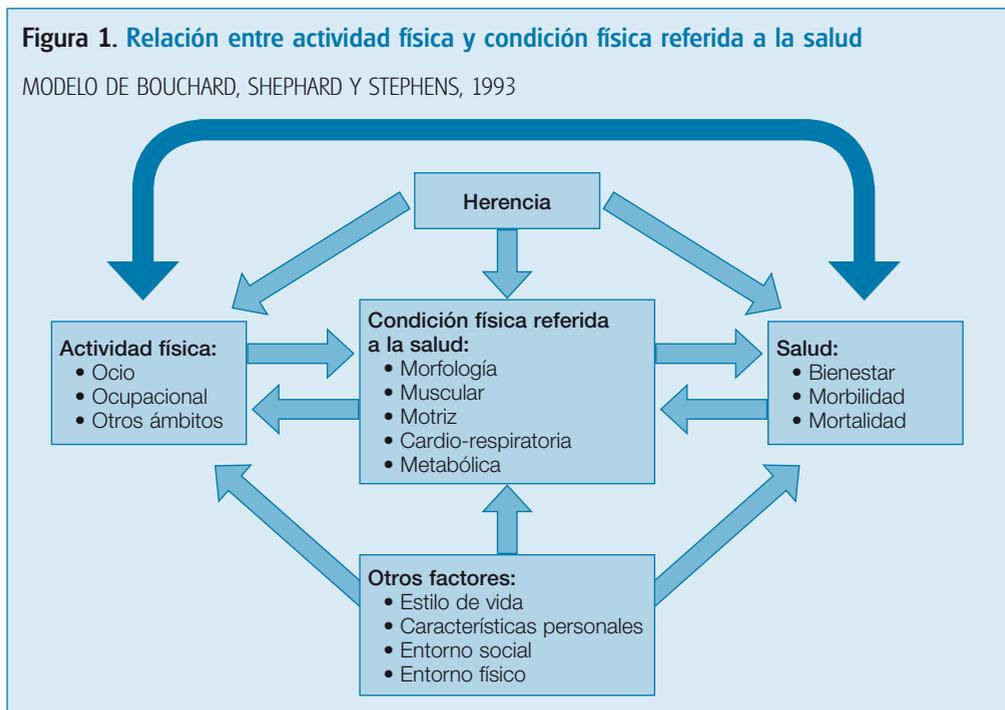
La llamada “forma física” es el resultado que obtenemos, según nuestros niveles de actividad física y teniendo en cuenta los factores genéticos, gracias a los cuales, algunas personas tienen mayor capacidad natural y un físico adecuado para lograr mayores capacidades en ciertas actividades, e integra, por tanto, atributos como la resistencia, movilidad, fuerza y habilidades que se requieren para realizar actividades físicas.

El concepto de “condición física” o forma física, orientada a la salud, se interpreta como un estado del individuo caracterizado por la capacidad de realizar las actividades de la vida diaria con vigor y la demostración de rasgos y capacidades que están asociados a un bajo riesgo prematuro de enfermedades hipocinéticas (7).

En esta interpretación se incluirían en la condición física, no sólo los componentes clásicos de resistencia cardiovascular, fuerza, velocidad y flexibilidad, sino también otros componentes de salud, como la composición corporal, la distribución de tejido adiposo, densidad ósea y funciones cardíacas, respiratorias y metabólicas (8).

Figura 1. Relación entre actividad física y condición física referida a la salud

MODELO DE BOUCHARD, SHEPHARD Y STEPHENS, 1993



El denominado “entrenamiento”, se refiere al ámbito deportivo y por tanto se dirige a conseguir el desarrollo máximo, para superar las mayores exigencias psicofísicas que definen la alta competición. Hay muchas definiciones, pero podemos citar la de Bompa (9): “actividad deportiva sistemática de larga duración, graduada de forma progresiva a nivel individual, cuyo objetivo es conformar las funciones humanas psicológicas y fisiológicas, para poder superar las tareas más exigentes”.

Los efectos beneficiosos de la actividad física sobre la salud se basan en gran cantidad de trabajos que se refieren a la práctica regular del ejercicio físico sobre los distintos procesos fisiológicos –el enfoque médico es evidente–, los efectos preventivos y terapéuticos sobre el sistema cardiovascular tienen correlación con la incidencia de enfermedades cardiovasculares, enfermedades coronarias, disminución de la tensión arterial, efecto positivo de la actividad física sobre el cartílago articular, el sobrepeso, problema importante en las sociedades del primer mundo, incluso en aquellas con la tradicional dieta mediterránea, como el caso de España, donde aumenta la obesidad de forma preocupante. Resumiendo se puede afirmar que por los estudios publicados hasta nuestros días, ha quedado suficientemente demostrado que la realización de actividad física, desarrollada de acuerdo a unos criterios de tipo, duración, intensidad, frecuencia y progresión y adaptada a las posibilidades del individuo, conduce a una mejora de la salud de la persona y ayuda al tratamiento de enfermedades como la obesidad, aterosclerosis, enfermedades cardiovasculares, algunas enfermedades respiratorias, la diabetes no insulino dependiente, el cáncer, enfermedades reumáticas, etc. (8, 10, 11, 12).

Como podemos observar, casi toda la literatura se refiere a la óptica médica de aparatos y sistemas fisiológicos. Pero conceptos como satisfacción cinestésica, placer del movimiento, adquisición de nuevas habilidades, comunicación, sociabilidad, disponibilidad y autoconfianza en la realización de cualquier movimiento, mejora postural, aumento del tono muscular, eliminación del estrés, mejora en el descanso, en la adaptabilidad social y psicológica, autoestima, autoimagen, distracción, evasión, expresión de emociones, sensación de competencia, sentimiento de seguridad, aumento del rendimiento personal, etc., son elementos integrales del “estado de salud”, que enriquecen enormemente nuestro concepto unitario de salud y permite abordar unos “estilos de vida saludable”, de forma más sencilla y eficaz, abarcando finalmente un concepto de “salud” no sólo médico, sino mucho más completo.

La actividad física entendida como movimiento humano, puede abarcar propósitos muy ambiciosos y completos, como señala la tabla 2 (13).

No obstante, en nuestras sociedades actuales, las actividades físicas son elementos que están influidos por ámbitos comerciales y económicos, situando a la actividad física como medio de aceptación personal, símbolo de estatus y también objeto de intereses económicos y comerciales. Las concepciones de nuestro propio cuerpo han evolucionado socialmente como modelos de prestigio y estatus, que demandan oportunidades de actividades físicas nuevas, que muchas veces no son oportunas ni indicadas para un proceso dinámico de “estilos de vida saludable”, pero que se imponen en nuestras sociedades:

Tabla 2. Propósitos del movimiento humano (AAPHERD 1975)

I. EL HOMBRE DUEÑO DE SÍ MISMO

Eficiencia fisiológica: el hombre se mueve para mejorar y mantener sus capacidades funcionales.

1. Eficiencia cardiorrespiratoria.
2. Eficiencia mecánica.
3. Eficiencia neuromuscular.

Equilibrio psíquico: el hombre se mueve para conseguir una integración personal.

4. Gusto por el movimiento.
5. Conocimiento propio: comprensión y apreciación de sí mismo.
6. Catarsis: el hombre se mueve para liberar tensión y frustración.
7. Reto: el hombre se mueve para probar su coraje y su capacidad.

II. EL HOMBRE EN EL ESPACIO: el hombre se mueve para adaptarse y controlar el mundo físico

Orientación espacial: el hombre se mueve en relación consigo mismo, en las tres dimensiones del espacio.

8. Conciencia: clarificar la concepción de su propio cuerpo y su posición en el espacio.
9. Situación: el hombre se mueve de muy diversas formas para desplazarse o proyectarse.
10. Relación: regulación de la posición de su cuerpo en relación con las cosas y personas que le rodean.

Manejo de objetos: el hombre se mueve para dar impulso y absorber la fuerza de los objetos.

11. Manejo de peso.
12. Proyección de objetos.
13. Recepción de objetos.

III. EL HOMBRE EN EL MUNDO SOCIAL: el hombre se mueve para relacionarse con los demás

Comunicación: el hombre se mueve para compartir ideas y sentimientos con los demás.

14. Expresión: el hombre se mueve para manifestar sus ideas y sus sentimientos.
15. Clarificación: el hombre se mueve para facilitar otras formas de comunicación.
16. Simulación: el hombre se mueve para crear imágenes o situaciones supuestas.

Interacción grupal: el hombre se mueve para funcionar en armonía con los demás.

17. Trabajo en equipo: cooperación en la consecución de metas comunes.
18. Competición: consecución de metas individuales o grupales.
19. Liderato: influencia o motivación en los miembros del grupo para la consecución de metas comunes.

Implicación cultural: el hombre se mueve para tomar parte en actividades de tipo motor que constituyen una parte importante de su sociedad.

20. Participación: desarrollo de la capacidad de tomar parte en las actividades motoras de su sociedad.
21. Apreciación del movimiento: conocimiento y apreciación de los deportes y las formas expresivas del movimiento.
22. Comprensión cultural: comprensión, respeto y fortalecimiento de la herencia cultural.

Los modelos corporales “narcistas” donde la apariencia es un “valor”, juventud, estética, belleza, cosmética, centros de salud estética y centros de fitness; los modelos corporales “escénicos” con los juegos y deportes de protagonismo del tipo de asaltos, pin-ball, luchas, uniformes, armas especiales, etc; los modelos “hedonistas”, con la realización personal sin sacrificios ni esfuerzo, electroestimulación, vibratorios, hidro-speed, open-kayak, multiaventura, vía-ferrata, etc; los modelos de “riesgo aumentado”, llamados por algunos “deportes extremos”, sky-board, barranquismo, paracaidismo porteado, descensos verticales en tabla, ascenso de cascadas, puenting, etc; los modelos “etnomotrices”, que intentan restablecer actividades de juegos y deportes tradicionales, intentando modernizarlos, agropecuarios, rurales, en general transcurren en ámbito de la naturaleza; y por último los modelos de actividades “ascéticas o místicas”, que se oponen a la concepción de “cuerpo útil” versus “cuerpo vivido y sentido” y proponen una búsqueda de la naturaleza profunda del ser humano, con ejemplos de origen oriental, meditación, yoga, tai-chi, relajación o las llamadas gimnasias blandas.

Todo ello ha dado origen a una oferta explosiva de actividades físicas sin precedentes en la historia de la humanidad. Se nos ofrecen hoy en día gimnasias diferentes y deportes específicos, parciales o totales, aparatos que facilitan la actividad, compitiendo en un mercado que no facilita en modo alguno la elección de la actividad adecuada en cada caso y la asunción de un proyecto de “vida activa saludable”.

Nos ofrecen actividades de gimnasias tradicionales como la gimnasia sueca, gimnasia danesa, gimnasia moderna, calistenia, gimnasia jazz, etc. También las llamadas “gimnasias actuales”: gimnasia aeróbica de alto y bajo impacto, gimnasias localizadas o work-out. Actividades como: aerosalsa, tango aeróbico, hip-hop, combo, cardio-funky, step, spinning, aero-box, etc.

En el ámbito educativo se proponen las llamadas gimnasias formativas, como la gimnasia natural austriaca, la gimnasia correctiva o la escolar especializada, junto con las anteriormente mencionadas “tradicionales” y la práctica deportiva educativa.

También las gimnasias llamadas médicas, sistematizadas para prevenir o tratar enfermedades osteomusculares, cardiovasculares, respiratorias, metabólicas o mentales.

Y por último los sistemas de actividades procedentes de otras culturas como el yoga y tai-chi y sus numerosas escuelas y variantes.

Y dentro de este conjunto de ofertas de actividad física, gimnasias, ejercicio y actividades deportivas, se encuentran métodos y procedimientos científicos, cuidadosos, progresivos y apoyados en una historia de éxito, cuando son aplicados adecuadamente, al mismo tiempo que se ofertan en paralelo métodos parciales, comerciales, específicos y aun locales, sin apoyo científico alguno, plenos de voluntarismo y de buenos resultados “comerciales”. Es decir, se ofertan actividades de gimnasia neo-sueca junto a salsa-aeróbica o deportes de riesgo; yoga junto a deportes de combate especiales, meditación o tai-chi. ¿Cómo elegir entre esta enorme oferta? El consejo del especialista en educación física o medicina deportiva es especialmente útil en estas circunstancias.

Pero a menudo, el “ruido “comercial que acompaña a la oferta hace la elección personal complicada y a veces equivocada.

¿Qué es el deporte? La palabra deporte incluye realidades humanas y sociales muy diferentes. Cagigal (14) señala acertadamente que el ocio activo o pasivo son dos realidades humanas, dos hábitos sociales dispares: por ej. sentarse cómodamente a presenciar un espectáculo deportivo y esforzarse física y espiritualmente en superar obstáculos naturales. Ambas costumbres pueden ser deportivas, en el sentido moderno de su expresión. “Deporte es esfuerzo, afán de superación, lucha contra obstáculos tal como lo ejecuta el alpinista o cualquier otro aficionado activo. Deporte es también espectáculo agonístico, ambiente competitivo. Deportista es toda persona que participa de alguna manera en el suceso deportivo. En el actual entendimiento y realidad del deporte, ambos son deportistas; distanciados, pero lo son”. Para Cagigal el deporte evoca las realidades reflejadas en la tabla 3.

Piernavieja (15) en su riguroso estudio etimológico “Depuerto, deporte. Protohistoria de una palabra”, estudia los diversos documentos medievales y cataloga todas las primitivas formas ortográficas de este concepto. En la tabla 4, tomada del citado trabajo, se observan las distintas acepciones que se adscribieron, desde su nacimiento, a la palabra deporte y que nos dan las claves del rico contenido conceptual que tiene actualmente, con algunos significados modernos añadidos.

El trabajo se ciñe a los idiomas provenzal, antiguo castellano, antiguo catalán y antiguo francés. Se puede asegurar prácticamente que alcanza los verdaderos orígenes de la palabra, ya que mayoritariamente investigadores posteriores aceptan unánimemente la paternidad de la palabra en el entorno mediterráneo occidental.

Deporte (depuerto, deport, deportar, etc.) se concreta en los idiomas romances, en los siglos XII y XIII, como una palabra que significaba ante todo diversión (citada 23 veces en la tabla 4 con ese

Tabla 3. Significados del deporte

DEPORTE SIGNIFICA JUEGO, COMPETICIÓN, EJERCICIO FÍSICO

Pero también hace referencia a:

Superación de sí mismo.	Dialogo social.	Espíritu y organización competitiva.
Educación corporal.	Dinámica de grupo.	Estructura socio-económica.
Función higiénica.	Técnica.	Instrumento político.
Expresión estética.	Ciencia.	Gran espectáculo.
Rivalidad.	Empresa.	Experiencia hedonística.
Esparcimiento.	Profesión.	

Atendiendo a círculos especializados, evoca y realiza funciones de:

Readaptación.	Salvamento.	Psicoterapia.	Terapia de grupo.
---------------	-------------	---------------	-------------------

Tabla 4. Acepciones adscritas a la palabra deporte

TEXTO N.º	VOZ		SIGNIFICADO	LENGUA
	SUSTANTIVO	VERBO		
1. Cantar del Mio Cid v. 1514 v. 2711		Deportar Deportar	Diversión, ejercicio físico Diversión (¿obscenidad?)	Castellano (Soria)
Berenguer de Palol 2. Tant m'abelis... v. 2	Deport		Diversión	Provenzal
Alfonso II de Aragón 3. Per mantas guizas... v. 2	Deportz		Diversión	Provenzal
4. Vida de Sta. María Egipcíaca v. 168 v. 266 Gonzalo de Berceo	Depuertos	Deportar	Diversión Diversión obscena	Castellano
5. Milagros de Nuestra Señora Mil. IV v. 128 b Mil. XV v. 337 a v. 345 c Mil. XVI v. 355 d Mil. XXIII v. 674 c	Depuerto	Deportar Deportaba Deportar Deportarse	Diversión ? Diversión Ejercicio físico Diversión	Castellano (La Rioja)
6. Duelo de la Virgen v. 192 c	Depuerto		Broma, chanza	
7. Libro de Apolonio v. 144 b v. 146 c v. 147 b v. 149 d v. 180 d v. 201 d v. 215 a v. 463 b v. 473 c v. 496 a	Depuerto Depuertos	Deportar Deportar Deportar Deportar Deportado Deportado	Ejercicio físico (juego pelota) Ejercicio físico (juego pelota) Ejercicio físico (juego pelota) Ejercicio físico (juego pelota) Diversión Pasear Pasear Pasear Pasear Diversión	Castellano (Aragón)
8. Libro de Alexandre v. 603 c v. 667 a v. 850 d v. 991 c v. 1271 d v. 1873 b v. 2384 c	Depuertos Depuerto Depuerto Depuerto Depuerto	Deportando Deportar	Diversión Ejercicio físico ¿Broma? Burla, broma Diversión Ejercicio físico Entretenerse, hablar	Castellano (León)

Continúa

Tabla 4. (Continuación)

TEXTO N.º	VOZ		SIGNIFICADO	LENGUA
	SUSTANTIVO	VERBO		
9. El Bonium		Se deportan	Diversión, recreo	Castellano
10. Califa e Dina Cap. XI		Se deportaban	Diversión, distracción	Castellano
Cerveri de Gerona				
11. Canço v. 13	Deport		Placer (amor)	Provenzal
12. La Canço de les letres v. 36	Deport		Diversión	
13. Lo vers [del] repentir v. 25	Deportz		Diversión	
14. La faula del rosinyol v. 150	Deport		Diversión	Castellano (León)
15. Elena y María v. 297		Deportar	Diversión	Castellano
16. Primera Crónica General v. 908		Deportarse Se deportasse	Diversión Diversión	Castellano
v. 908 [bis]		Deportarse	Diversión	
17. Lo desconhort v. 8	Deport		Diversión	Catalán
18. Vidal Mayor iv 12, 19		Se depuerta	Diversión	Castellano (Aragón)
19. Fuero de Heznatoraf [Índice]				
[Ley CCXXIII]	Depuerto		Ejercicio físico	Castellano (Jaén)
	Depuerto		Ejercicio físico	
	Depuerto		Fiesta, diversión	
[Ley CCXXIV]	[de bodas]			
	Depuerto		Ejercicio físico	
[Ley CCXXX]	[de bodas]			
	Depuerto	Deportándose	Fiesta, ejercicio físico	
[Ley CCCIII]	Depuerto		Diversión	
Ramón Muntaner				
20. Crónica Cap. V		Deportat	Solazarse (amor)	Catalán
Cap. V	Deport		Juego amoroso	
Cap. CCIII	Deport		Diversión	

significado). También señalaba una marcada tendencia a ejercicio físico (citado 13 veces). Otros significados, más o menos cercanos (pasear, burla, juego amoroso, diversión obscena) completan el cuadro semántico.

Por consiguiente, deporte significó ante todo, ya desde sus orígenes, diversión. Existen varias decenas de definiciones del concepto deporte, todas sensatas y estudiadas al detalle, pero para nuestros intereses en la dirección de la salud, la vida activa y saludable, proponemos cuatro que se adaptan muy bien a los ricos y amplios contenidos de la vida activa.

Para Shephard (16) el deporte es “actividad física vigorosa que es emprendida, en una búsqueda de placeres tales como la interacción social, animación, competición, peligro y estimulación vertiginosa”.

Para Oja (17), el deporte comprende todas las formas de actividades físicas recreativas, no sólo los juegos competitivos, sino también las actividades individuales relacionadas con la salud y la condición aeróbica.

El Consejo de Europa (18), lo define, en relación al denominado “deporte para todos”, como todas las formas de actividad física que a través de una participación organizada o no, tienen por objetivo la expresión o la mejora de la condición física y psíquica, el desarrollo de las relaciones sociales y la obtención de resultados en competición de todos los niveles.

Y por último, Cagigal (19), “diversión liberal, espontánea, desinteresada, expansión del espíritu y del cuerpo, generalmente en forma de lucha, por medio de ejercicios físicos, más o menos sometidos a reglas”. La complejidad de la definición del concepto deporte hace que Cagigal posteriormente (14) en su magistral obra señale: “pero acepto una importante evolución que me aconseja renunciar a todo tipo de definición, que suene a género próximo y diferencia específica, para adoptar la más cómoda y menos comprometida postura de enunciar simplemente ciertas características del deporte”. Éste podría ser “una actividad humana que trasciende netamente la vida social, en la que generalmente convergen competición, ejercicio físico, superación, actividad lúdica, espectacularidad”.

Cagigal (14), nos descubre todo el rico potencial de contenidos estructurales del deporte, simplificándolo en los tres elementos considerados desde antiguo, con bastante unanimidad, como constitutivos primigenios del deporte. Son: el juego, el ejercicio físico y la competición (agón).

Agonismo, ejercicio físico y juego se constituyen como elementos, que pueden variar en su importancia y protagonismo, según consideremos, una diversión u ocio pasivo, activo, juego puro, o presionado por el agón competitivo. Y además, la intensidad del ejercicio físico también marca las diferencias de niveles individuales a alcanzar.

Así entiende que se abren dos grandes tendencias: el **deporte-espectáculo**, con intenso agonismo y ejercicio físico de alto nivel y perfiles más leves de juego. Y por otro lado el **deporte-praxis**, con intensidades de ejercicio físico adaptable a cualquier nivel personal (juego, aficionado, pequeño

club, ocio, etc.) y con diversión o juego de importancia también personalizada y por tanto adaptable.

Esta concepción sencilla del deporte nos permite apreciar en la tabla 5 las posibilidades y alcances prácticos que cualquier actividad física, ejercicio o deporte, nos aporta en enriquecimiento personal a nuestras propuestas de “vida activa”.

La aportación de muchas o todas esas “realidades” del deporte-actividad física-ejercicio, que nos señala la tabla 6, trasciende por supuesto, de los primitivos logros sanitarios que señalaban los enfoques médicos, respecto al deporte.

Muchas de esas realidades las podemos alcanzar con actividades físicas sencillas y bien planificadas, adaptadas a nuestro entorno, personalidad y nivel de capacidad. Eso es lo que en realidad se pretende al hablar de “estilos de vida activa”.

Tabla 5. Enumeración de realidades del deporte contemporáneo según Cagigal

<p>DEPORTE ESPECTÁCULO Juego Ejercicio físico Competición</p> <p>DEPORTE Juego Ejercicio físico Competición</p> <p>DEPORTE • PRAXIS •</p>	<p>Ocio pasivo</p> <p>Contacto social</p> <p>Profesión</p> <p>Trabajo</p> <p>Rendimiento (resultado)</p> <p>Política</p>	<p>Manifestación estética</p> <p>Internacionalismo</p> <p>Exigencia</p> <p>Campeonismo</p> <p>•Record•</p> <p>Promoción social</p> <p>Droga (Alienación)</p> <p>Consumismo</p> <p>Canalización de la agresividad</p> <p>Equilibrio</p> <p>Reglamentación e institucionalización</p>	<p>•Mass media•</p> <p>Ciencia</p> <p>Técnica</p> <p>Método</p> <p>Finanzas</p> <p>Industria</p> <p>Adaptación al sistema (establishment)</p> <p>Comercio</p>	
	<p>Ocio activo</p> <p>Higiene-salud</p> <p>Desarrollo biológico</p> <p>Esparcimiento</p> <p>Educación</p> <p>Pausa en el tecnicismo (tregua)</p> <p>Relación social</p> <p>Superación</p>	<p>Vuelta a la naturaleza</p> <p>Descanso</p> <p>Canalización de la agresividad</p> <p>Hedonismo</p> <p>Masoquismo (disfrute en el padecimiento)</p> <p>Esfuerzo</p> <p>Riesgo</p> <p>autocontrol</p> <p>Juego limpio</p> <p>Perseverancia</p> <p>Expresión estética</p> <p>Política</p> <p>Equilibrio (recuperación)</p> <p>Internacionalismo</p> <p>Nacionalismo (patriotismo)</p> <p>Superación de clases sociales</p> <p>Entrega</p> <p>Preparación al trabajo</p> <p>Campeonismo</p> <p>Reglamentación e institucionalización</p>	<p>•Mass media•</p> <p>Técnica</p> <p>Ciencia</p> <p>Comercio</p> <p>Autoexpresión</p> <p>Liberación (emancipación)</p> <p>Adaptación a la sociedad</p>	<p>Actividad escolar</p> <p>Actividad extraescolar</p> <p>•Deporte para todos•</p>

Guía para una vida activa

¿Qué tipo de actividad física? ¿Qué dosis? La actividad física se considera universalmente un medio de prevención no discutido de las enfermedades de la "civilización" (degenerativas) y se ha de plantear el problema de su prescripción. Aunque la mayoría de los estudios realizados reconocen la existencia de una relación entre actividad física y salud, hay diferencias de criterio en cuanto a la influencia de la cantidad y la intensidad que deben tener los ejercicios para obtener un beneficio en términos de salud. Un ejercicio se caracteriza por su intensidad, duración y frecuencia de realización y también se debería considerar el tipo de actividad, la motivación (placer, imagen corporal, etc.) y aspectos sociales como el nivel de educación.

Actualmente existen dos concepciones opuestas: **modelo cualitativo** y **modelo cuantitativo**.

Modelo cualitativo. El Colegio Americano de Medicina del Deporte (20) propuso unas recomendaciones que permitían mantener un nivel de salud satisfactorio y que establecían una especie de "nivel de adaptación óptima o umbral", centrándose especialmente en mejorar la salud cardiovascular. La actividad física consistía en ejercicios enérgicos, en los que se utilizaban grandes grupos musculares durante al menos 20 minutos seguidos, con una intensidad equivalente a un 60-80% del ritmo cardíaco máximo, y a razón de 3 a 5 sesiones por semana. Desgraciadamente se observó que este nivel era demasiado intenso para la mayoría de la gente, que continuó permaneciendo inactiva.

Modelo cuantitativo o acumulativo. Los trabajos del Instituto de Investigación sobre la Resistencia Física de Dallas (6, 21) y otros estudios más recientes en EE.UU. y el Reino Unido no comparten el modelo cualitativo. Discrepan sobre la noción de intensidad y sugieren que debe tenerse en cuenta la cantidad total de energía consumida por día, con un objetivo mínimo de 150 kcal/día, pudiendo efectuar ese gasto extra de cualquier manera. Caminar a paso ligero durante 20 minutos al día puede suponer una diferencia de 5 kg menos al año y contribuir a la salud cardiovascular y aportar además otros beneficios físicos y mentales. Caminar a paso ligero durante 60 minutos (300 kcal); hacer footing durante 30 minutos (300 kcal); pasar el aspirador durante 60 minutos (150 kcal); segar el césped durante 60 minutos (270 kcal), etc. Lo importante es contabilizar toda la actividad física acumulada cada día. Simplemente permanecer de pie durante una hora al día, en vez de sentado viendo la televisión, supondría un gasto equivalente a 1 ó 2 kg menos de tejido adiposo al año.

Actualmente las recomendaciones insisten en que se camine a paso ligero durante 30 minutos todos o casi todos los días de la semana. Está claro que la misma cantidad de ejercicio dividida en dos o tres espacios más cortos de tiempo, puede ser casi igual de efectiva y más fácil de sobrellevar si se realiza diariamente. Para que todas las zonas del cuerpo se beneficien al máximo, es necesario realizar también diversos ejercicios específicos de fortalecimiento y estiramientos, especialmente en la gente mayor. La recomendación de que se realicen ejercicios moderados no invalida el hecho de que las actividades más intensas sean más beneficiosas, especialmente

porque mejoran la salud del corazón y el metabolismo de la glucosa. Pero la mayor parte de la gente necesitaría varios meses para llegar a soportar estos niveles altos. Las recomendaciones de la Declaración de Quebec sobre Actividad Física y Salud proporcionan directrices útiles sobre actividad física (tabla 6).

A continuación vamos a exponer unas recomendaciones generales que completan y aclaran lo anterior y que en general figuran en todas las publicaciones que actualmente se están realizando, desde la Junta de Andalucía, al Ministerio de Salud Chileno o el Gobierno Canadiense, por citar solamente algunos ejemplos. La publicación en internet de casi un centenar de modelos de “pirámides del ejercicio” expresa con claridad el interés de difundir este tipo de consejos.

Recomendaciones generales para una vida activa

- Camine como mínimo 30 minutos diarios (las caminatas conversando resultan más entretenidas).
- Realice ejercicios de estiramientos y movilización de todas las articulaciones con una duración de al menos 5 minutos diarios.
- Prefiera el recreo u ocio activo, eligiendo la actividad que más le agrade (excursiones, paseos, bicicleta, actividades en la naturaleza, etc.).

Tabla 6. Resumen de las recomendaciones de la Declaración de Consenso de Quebec sobre Actividad Física, Salud y Bienestar (1995)

Las actividades deberían:

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

En la práctica, un ejercicio rítmico continuado, como andar a paso ligero durante 20-30 minutos al día, sería suficiente para cumplir estos requisitos en la mayoría de los adultos. Para conseguir unos beneficios máximos para la salud, las actividades deberían:

- Incluir periodos de actividad intensa.
- Incluir diversas actividades.
- Ejercitar la mayor parte de los músculos del cuerpo, incluido el tronco y la parte superior del cuerpo.
- Suponer un gasto de hasta 2.000 kcal/semana.
- Mantenerse durante toda la vida.

- Realice pausas activas en el trabajo. Durante la pausa, que debe durar entre 3 y 5 minutos, a intensidad suave, haga ejercicios de movilidad articular, estiramientos, fortalecimiento de la musculatura dorsal, abdominal, flexo-extensión de brazos y piernas.
- Realice los ejercicios que prefiera durante 30 minutos, tres veces por semana. Se trataría de juegos, actividades deportivas, ciclismo, natación, gimnasia, es decir, cualquier actividad física extra que se elija.
- Adecue siempre la intensidad a su ritmo personal.
- Descanse y duerma al menos 8 horas.

Es interesante la publicación realizada (22) sobre la pirámide de estilo saludable para niños y adolescentes, ya que propone una pirámide tridimensional con cuatro caras y una base, truncada y escalonada. La cara 1 se refiere a la "alimentación diaria", la cara 2 a las "actividades diarias", la cara 3 a la "pirámide de alimentos para niños y adolescentes" y la cara 4 a los hábitos de higiene y salud.

Es decir, en todo "estilo de vida saludable" se ha de considerar siempre la alimentación, los modelos de ocio y hábitos de higiene y salud.

Bibliografía

1. Ulmann J. *Corps et civilization: education physique, medicine, sport*. Vigot. Paris. 1993.
2. Rader B. *The quest for self-sufficiency and the new strenuousness: Reflections on the strenuous life of the 1970s and the 1980s*. *Journal of Sports History*. Vol. 18, nº 2, summer. 1991.
3. Levy and Anderson. *La tensión psicosocial. Población, ambiente y calidad de vida. El manual moderno*. México. 1980.
4. Shephard RJ, Bouchard C. *Principal components of fitness: Relationship to physical activity and lifestyle*. *Can J Appl Physiol*. Jun 1994; 19(2):200-14.
5. Gutiérrez M. *Actividad física, estilos de vida y calidad de vida*. *Revista de Educación Física*, 2000; 77:5-14. Madrid.
6. Blair SN, Kohl HW, Gordon NF, Paffenbarger RS. *How much physical activity is good for health?* *Annu Rev Publ Health*, nº 13. 1992.
7. Bouchard C, Shephard RJ. *Physical Activity, Fitness and Health. The model and key concepts*, en Bouchard C, Shephard RJ and Stephens (Ed.): *Physical Activity, Fitness and Health*. Champaign. Human Kinetics, Illinois, pp. 106-18. 1994.
8. Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T. *Physical activity, fitness and health. International Proceedings and Consensus Statement*. Human Kinetics, Champaign. Illinois. 1994.
9. Bompa T. *Theory and Metodology of Training: the key to atletic performance*. Dubuque (Iowa): Kendall/Hunt. 1994.

10. American College of Sports Medicine. *The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness in healthy adults subjects.* *Med Sci Sports Exerc*, 1990; 22:225-64; 265-74.
11. Heyward VH. *Evaluación y prescripción del ejercicio.* Paidotribo. Barcelona. 1996.
12. Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T, Sutton JR, Mc Pherson BD (Eds). *Exercise, fitness and health. A consensus of current knowledge.* Human Kinetics Book, Champaign. Illinois. 1990.
13. American Alliance for Health, Physical Education and Recreation. A.E. Jewett en *Actas del Seminario Int. Psicopedagogía del Deporte.* Karlsruhe, Octubre. 1975.
14. Cagigal Gutiérrez JM. *Obras Selectas*, 3 volúmenes. Madrid. C.O.E. pp. 423-430-606.
15. Piernavieja del Pozo M. *Depuerto, deporte. Protohistoria de una Palabra.* Citius Altius Fortius, Madrid, tomo VIII, fascículo 1-2, pp. 5-189. 1966.
16. Shephard RJ. *Aerobic Fitness Health.* Champaign. Human Kinetics, Illinois. 1994.
17. Oja P. *Elements and assessment of fitness in sport for all.* En Oja J y Telama R (Eds). *Sports for all.* Amsterdam. Elsevier. pp. 103-10. 1991.
18. Council of Europe, *Sport for All. Recommendation R(95)16,1/ong. People and sport.* Strasbourg, Council of Europe. 1995.
19. Cagigal Gutiérrez JM. *Hombres y deporte.* Ed. Taurus, Madrid. 1957.
20. American Collage of Sport Medicine. *ACSM's Guidelines for Exercise testing and prescription.* Philadelphia, Lippincott, Williams Wilkins. 2000.
21. Blair SN, Hardman A. *Special issue: Physical activity, health and well-being an international scientific consensus conference.* *Research Quaterly for Exercise and Sport.* USA. Dec(4), v-viii; 66(4). 1995.
22. González-Gross M, Gómez-Lorente JJ, Valtueña J, Ortiz C, Meléndez A. *La pirámide del estilo de vida saludable para niños y adolescentes.* *Nutr Hosp* 2008; 23(2):159-68.

Anatomía y composición corporal del ejercicio y el deporte

Julia Pérez de Miguelsanz

Profesora Titular. Departamento de Anatomía y Embriología Humana I,
Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid.

Resumen

Uno de los primeros problemas a la hora de hablar de composición corporal en deportistas es saber a quiénes nos referimos, y suponiendo que sean deportistas profesionales, en qué disciplina nos centramos.

En el presente capítulo discutiremos cuál es la mejor anatomía para cada deporte, y si existe un deporte específico para cada anatomía, puesto que es obvio que la falta de un físico adecuado puede hacer prácticamente imposible que un deportista alcance el éxito. Esta idea, que podemos considerar empíricamente obvia, no ha sido fácil de cuantificar.

El estudio de la composición corporal puede ser muy complejo y las técnicas empleadas diversas. En este capítulo, hacemos un repaso somero de la cineantropometría, el somatotipo y la estrategia phantom, técnicas ampliamente utilizadas en el estudio de la composición corporal de los deportistas.

El peso corporal puede considerarse dividido en masa grasa y masa libre de grasa. La grasa acumulada en forma de tejido adiposo es el componente más variable del cuerpo. En los deportistas, la masa grasa tiene efectos negativos si la actividad que se realiza requiere agilidad en el desplazamiento del peso corporal, o positivos si se busca mayor flotabilidad.

La grasa ectópica se acumula fuera del tejido adiposo, en estructuras como los músculos. Actualmente, comienza a considerarse la grasa muscular como un nuevo compartimento que puede alcanzar un tamaño similar al de la grasa visceral. Durante la vejez, la obesidad sarcopénica puede ser consecuencia tardía de la obesidad prolongada, acelerando la pérdida de masa muscular y potenciando las limitaciones funcionales asociadas como los trastornos del equilibrio y la marcha.

Introducción

La anatomía es la ciencia que estudia las formas cambiantes pero irreversibles de los seres vivos, considerándose la morfología la parte correspondiente al estudio de las estructuras y formas. El estudio de la composición corporal se refiere a la determinación anatómica, molecular o tisular de los distintos componentes del cuerpo humano, en forma porcentual o específica (kg) utilizando distintos métodos. En el presente capítulo discutimos cuál es la mejor anatomía para cada deporte,

y si existe un deporte específico para cada anatomía, puesto que es obvio que la falta de un físico adecuado puede hacer prácticamente imposible que un deportista alcance el éxito. Del mismo modo, sería esperable que los deportistas más exitosos en una determinada disciplina tengan estructuras proporcionadas a su tarea de rendimiento, principalmente si consideramos deportistas de élite. Esta idea, que podemos considerar empíricamente obvia, no ha sido fácil de cuantificar.

Uno de los primeros problemas a la hora de hablar de deportistas es contestar la siguiente pregunta: ¿a qué deportistas nos referimos? y suponiendo que se trate de deportistas profesionales, ¿en qué disciplina nos centramos? La diferencia morfológica entre los deportistas que practican, por ejemplo, gimnasia rítmica, lanzamiento de pesas, nadadores, corredores de maratón o de 100 metros lisos, es evidente incluso a los ojos de cualquier profano. Estas diferencias requieren perfiles específicos de composición corporal entre los diferentes grupos de deportistas. A esta variación individual se añade el hecho que en los deportes de equipo se requieren ciertas características o tareas específicas de los deportistas según la posición en la que jueguen, aumentando las diferencias dentro del grupo.

Características de la composición corporal en deportistas

La composición corporal en los atletas es un tópico de gran interés y controversia.

El cuerpo humano se divide en niveles (atómico, molecular, celular, tisular y corporal total) y compartimentos, que además sirven para clasificar los diferentes métodos de determinación. Un concepto de suma importancia en composición corporal es que el organismo se considera en equilibrio u homeostasis dinámica, es decir, el peso corporal y la masa de los diversos compartimentos, así como las relaciones entre los elementos químicos y la estructura molecular de los tejidos, se mantiene constante, admitiendo establecer correspondencias matemáticas entre los compartimentos y componentes corporales que permitirán estimar otros compartimentos de forma indirecta.

El estudio de la composición corporal puede ser muy complejo y las técnicas empleadas diversas (1, 2). Los métodos directos, como el análisis de cadáveres o la activación de neutrones, proporcionan datos reales pero son muy difíciles de aplicar. Los métodos indirectos, como la hidrodensitometría, la pletismografía por desplazamiento de aire, la dilución isotópica, la medida del potasio total, la absorciometría de doble energía, o los métodos de imagen como la tomografía computarizada, la resonancia magnética o la ecografía, pueden requerir una enorme complejidad técnica y ser sumamente costosos. Dentro de los métodos doblemente indirectos, la antropometría es imprescindible en los estudios nutricionales por ser una técnica no invasiva que no requiere gran complejidad técnica de aparatos, barata y fácilmente transportable, cuyo mayor inconveniente puede ser la necesidad de entrenamiento del investigador. El estudio de un reducido número de medidas (como talla, pliegues cutáneos, perímetros y diámetros), además de aportar indicadores

de masa corporal, permite elaborar índices o ecuaciones que dan idea de la composición corporal y de la relación entre masa grasa (MG) y masa libre de grasa (MLG) o magra.

En la década de los años 60 del siglo pasado, Siri y Brozek desarrollaron el llamado modelo bicompartimental, que contempla el cuerpo como si estuviera formado por dos compartimentos: masa grasa (MG) y masa libre de grasa (MLG) que comprende el resto de estructuras del organismo. La MG presenta dificultad para ser medida, pero si se determina la MLG se puede obtener indirectamente la MG por diferencia entre la primera y el peso corporal. Este modelo ha sido el más usado durante muchos años, y continúa siendo tenido en cuenta en nuevas técnicas de composición corporal dirigidas a estimar la MG.

El modelo bicompartimental implica que una serie de variables biológicas, como el contenido de agua y potasio, debían mantenerse constantes, hecho que no ocurre en sujetos sanos de diferente edad, sexo y raza, ni en condiciones patológicas como obesidad, estados edematosos, etc., por lo que se han desarrollado modelos multicompartmentales que intentan dar mayor detalle.

El fraccionamiento de la masa corporal en cinco componentes desarrollado por Kerr y Ross (3) distingue los compartimentos del tejido adiposo, muscular, óseo total, piel y residual del cuerpo. Se basa en la estrategia de phantom y la comparación con el estudio de cadáveres. Hoy en día esta técnica de fraccionamiento es el estándar actual dentro de la antropometría para el cálculo de la composición corporal, y ha sido ampliamente utilizado en el estudio de los deportistas.

En general, la población de deportistas, adolescentes o adultos, tiene buena masa magra, con porcentajes de grasa mas bajos que los que presentan los individuos no deportistas, independientemente del género. Teóricamente el rango de porcentaje de grasa corporal mínima es aproximadamente de 5 y 12% para hombres y mujeres, respectivamente. También existen deportes donde no se requiere un porcentaje de grasa bajo como en el lanzamiento o tiro y en el sumo.

Cuando la adiposidad es baja en los atletas, como ocurre en los altos niveles de competición, hay una variación pequeña entre quienes participan del mismo evento, por lo tanto, es mayor la variación en el peso magro, que es muy cercano al peso del cuerpo. El concepto de peso ideal para un atleta contempla no sólo el peso total sino también su composición corporal.

Es evidente que el concepto de salud y de composición corporal saludable abarca algo más que un determinado porcentaje de tejido adiposo o de grasa corporal. El estado de salud refleja un equilibrio entre varios factores, uno de los cuales está reflejado por la composición del cuerpo en función de la acumulación de grasa.

Métodos de estimación de la composición corporal en deportistas

Cineantropometría

Desde 1980, cuando Willian Ross y colaboradores (4) propusieron el concepto de cineantropometría como "la disciplina de la medición de los seres humanos que realizan movimiento" (1), este

término se ha popularizado para referirse a las estrategias metodológicas que estudian y correlacionan las dimensiones morfológicas de los deportistas con otras disciplinas como la medicina deportiva, la fisiología del ejercicio, la bioquímica, la nutrición y dietética, ergonomía, etc. con el objetivo de promover la salud y el máximo rendimiento de los atletas.

Uno de los principales objetivos de esta disciplina es desarrollar un perfil antropométrico básico que estandarice las medidas y que pueda ser utilizado en todo el mundo. Por ejemplo, existen en la literatura más de catorce definiciones diferentes de cómo medir el cociente cintura-cadera, que es, no obstante, un importante índice de riesgo cardiovascular. Los puntos y nombres de los pliegues cutáneos han sido de gran preocupación, particularmente en la región ilíaca y abdominal, y esta disciplina proporciona importantes referencias para su localización precisa y reproducible.

La Sociedad Internacional para el Desarrollo de la Antropometría fue fundada en Glasgow, Escocia el 20 de julio de 1986, para tratar de resolver estos problemas y cada vez tiene más adeptos.

Somatotipo

El estudio del somatotipo tiene su base en la biotipología, planteada como metodología por Nicola Pende en 1920. Los estudios de Pende estaban dirigidos a precisar las características morfológicas, fisiológicas y psicológicas del individuo, las cuales se resumen en el biotipo, que es el resultado de la herencia biológica, la evolución cronológica (que incluye la constitución física y psíquica) y la influencia del ambiente.

Pero es en 1940 cuando Sheldon, considerado el padre del somatotipo moderno, plantea una técnica fotográfica que a partir de tres imágenes del sujeto (de frente, de espalda y de perfil) clasifica el cuerpo humano de acuerdo al grado de manifestación de tres componentes básicos: endomorfia (grado de adiposidad relativa de un individuo), mesomorfia (grado de desarrollo músculo-esquelético) y ectomorfia (grado de linealidad relativa del físico de los sujetos), a los cuales denominó así haciendo referencia a las tres capas del crecimiento embrionario: endodermo, mesodermo y ectodermo.

A la valoración, cálculo, análisis e interpretación de estos tres componentes que sirven para describir la morfología de los individuos es lo que se ha llamado somatotipo.

En la metodología propuesta por Sheldon cada sujeto se clasifica con tres cifras que representan los grados de manifestación de la endomorfia, la mesomorfia y la ectomorfia, respectivamente. Para cada componente se plantean 6 grados en una escala de 1 a 7, donde el 7 es la máxima manifestación, el 1 la mínima y el 4 representaba un grado intermedio.

Esta metodología ha sido modificada por diversos autores a través de la historia, así Parnell en 1954, expresó estar de acuerdo en que el individuo tiene en mayor o en menor grado cada uno de los tres componentes, pero consideró que éstos deberían llamarse adiposidad, óseo-muscularidad y linealidad, respectivamente. Además, propuso una técnica más sencilla para llegar

a su cuantificación manteniendo la escala de 7 puntos y aplicando la antropometría para mejorar la predicción del método.

Pero es en 1967 cuando Bárbara Heath y Lindsay Carter (5), unificando sus trabajos y con base en la metodología propuesta por Sheldon, proponen un método para calcular los tres componentes del somatotipo y amplían la escala para cada uno de ellos, así: la endomorfia puede adquirir valores entre 0,5 y 15, la mesomorfia entre 1 y 12 y la ectomorfia entre 0,5 y 9.

El gráfico que representa los somatotipos recibe el nombre de somatocarta, en éste se puede representar a un individuo con sus componentes y la intensidad de la expresión de cada uno de ellos, esta representación proporciona una idea visual de las diferencias entre los sujetos y una dispersión relativa de los tipos físicos.

En la actualidad, con las variables antropométricas: masa corporal, estatura, pliegues cutáneos del tríceps, subescapular, supraespinal y pierna, perímetros corporales del bíceps contraído y la pierna, anchura humeral y femoral, y con la aplicación de las formulas propuestas por Carter en 1978, se obtienen los tres componentes del somatotipo.

Método de proporcionalidad: estrategia Phantom

El modelo de proporcionalidad humana es uno de los más antiguos y, por ende, de los más estudiados, siendo desde el *hombre de Vitruvio*, de Leonardo Da Vinci, uno de los primeros considerados. La *Estratagema Phantom* se elaboró para comparar medidas antropométricas en cualquier tipo de poblaciones independientemente de su sexo, edad, estado físico, etnia, o cualquier otra característica.

El modelo Phantom es una referencia humana arbitraria que parte de un sujeto unisexuado, y sin edad específica, con características antropométricas específicas como la altura (170,18 cm), el peso corporal (64,58 kg), el porcentaje de grasa (18,87%), o la masa muscular, los perímetros, los diámetros y los pliegues subcutáneos.

El Phantom se basa en grandes estudios poblacionales para obtener variables promedio con su correspondiente desvío estándar (6).

La idea del Phantom, es analizar comparativamente cada variable estudiada con una media universal y determinar en qué proporción (en desvíos estándar), esa variable se aleja o se aproxima a dicha referencia. El modelo matemático empleado es el de los seis desvíos estándar que contiene, estadísticamente hablando, al 98% de la población en estudio. Cada variable es normalizada para una altura y establecido su puntuación z , entre -3 y +3 desvíos (7).

Peso corporal y distribución de la grasa corporal

Para un rendimiento óptimo es importante conocer el peso requerido y la composición corporal del deportista, lo que implica que el nivel de grasa corporal del grupo de referencia es el más favorable

para los requerimientos fisiológicos y biomecánicos de ese deporte, así como que esas características de composición corporal reflejan a los deportistas más destacados en cada deporte.

Algunos de los índices utilizados en población general no han resultado ser los mejores métodos para la evaluación de la composición corporal en deportistas y tienen que ser usados con precaución, como el índice de masa corporal o IMC (peso en kg/talla en m²), que ha demostrado ser poco útil para valorar deportistas como levantadores de pesas, lanzadores o jugadores de baloncesto, que aparecen dentro del rango de sobrepeso/obesidad por el alto peso que presentan a expensas de la masa libre de grasa (8).

La razón de esta confusión puede ser que el IMC no discrimina entre masa magra libre de grasa (MLG) y masa grasa (MG), ya que sólo utiliza el peso total de balanza. Es típico que deportistas magros, con un elevado desarrollo músculo-esquelético presenten valores elevados de IMC (por encima de 25 y aún por encima de 30), siendo incorrecto concluir que tienen un sobrepeso u obesidad. Recordemos que, más allá de los puntos de corte del IMC, tanto el sobrepeso como la obesidad se definen como un exceso de tejido adiposo y no como un exceso de peso *per se*. En el mejor de los casos podemos tomar este índice más como un indicador de masa magra que de masa grasa (recordemos que, en general, en el peso corporal total la contribución de la masa magra representa aproximadamente del 75 al 80% en varones y del 65 al 75% en mujeres). En conclusión, el objetivo de pretender establecer la composición corporal a través del IMC es, cuanto menos, de un riesgo considerable.

No hay que olvidar que las diferencias individuales en estructura, peso y composición corporal pueden alterar el óptimo rendimiento en alguna disciplina deportiva, y que cuando se impone un peso o una composición corporal para la competición, según las referencias estándares, se puede causar una alta presión al deportista que le induzcan a prácticas no saludables. Recordemos que en mujeres atletas no es infrecuente la “triada del atleta”: desórdenes alimentarios, amenorrea y osteoporosis.

En muchos deportes los atletas tienen interés en la pérdida de exceso de peso que podría perjudicar su óptimo rendimiento, y los investigadores han intentado hacer sus mejores estimaciones de la grasa del cuerpo como el más dispensable de los lastres.

La grasa es un componente del cuerpo humano que se acumula en forma de tejido graso o adiposo (TA). En la actualidad se reconoce que el tejido adiposo, además de ser la reserva de lípidos, es un órgano endocrino que produce una variedad de hormonas y citoquinas que regulan el metabolismo e influyen en la composición corporal. Recientemente, el TA está surgiendo como fuente importante de células madre adultas (ver revisión en Pérez Miguelsanz y cols) (9).

La distinción entre grasa y TA en el lenguaje corriente es normalmente irrelevante, y los términos se usan indistintamente, considerándose términos sinónimos. Sin embargo, en el campo de la composición corporal y el metabolismo, “grasa” y TA son distintos conceptos. Se ha demostrado que con la edad el contenido de grasa del TA puede variar. Por ejemplo, el contenido de grasa

del TA es del 66% en los recién nacidos y aumenta gradualmente hasta la edad adulta, siendo del 80% a partir de los 13 años de edad.

Otro factor a considerar es que la masa de TA es el elemento más variable de la composición corporal. Así, la variabilidad entre individuos puede oscilar desde alrededor del 6% hasta más del 60% del peso corporal total. La variabilidad en el mismo individuo, puede ser también considerable a lo largo del tiempo si pasa por fases sucesivas de obesidad y delgadez.

El peso corporal puede ser funcionalmente dividido en dos componentes: masa corporal libre de grasa (MLG), la cual incluye los tejidos y componentes que están funcionalmente involucrados en la producción y conducción de la fuerza; y la masa grasa. La influencia de la MLG y la MG es compleja, teniendo ambos efectos negativos y positivos, dependiendo del tipo de actividad física que se desee realizar.

En general, la grasa corporal tiene influencias negativas en la actuación deportiva tanto a nivel metabólico como mecánico, en las actividades donde se requiere el desplazamiento del peso corporal. Mecánicamente, el exceso de grasa corporal deteriora la actuación cuando se requiere la aceleración del cuerpo tanto horizontal como verticalmente, porque se suma el peso de una masa que no está produciendo fuerza. La aceleración es proporcional a la fuerza, pero inversamente proporcional a la masa, el exceso de grasa corporal, a un nivel dado de aplicación de fuerza, impide un cambio en la velocidad, un importante componente en muchos deportes. Por ejemplo, para un corredor de distancia la grasa representa un peso muerto que debe mover, mientras los componentes de la MLG incluyen los tejidos que producen y conducen la fuerza, como los músculos.

Por otro lado, un cierto nivel de adiposidad puede ser útil en deportes de contacto. Metabólicamente el exceso de grasa incrementa el costo metabólico en actividades que requieren movimiento de toda la masa corporal. En nadadores, en contraste con los corredores, una cierta cantidad de grasa puede tener una influencia positiva en la flotabilidad en el agua, y una alta MLG puede tener efectos negativos, incluyendo menor flotabilidad, además de incrementar el requerimiento de energía para desplazar el cuerpo en el agua (10).

En general, la MLG se relaciona con tener efectos positivos en el rendimiento deportivo. Una gran cantidad de MLG es requerida frecuentemente en ciertas actividades en las que la fuerza es aplicada contra un objeto externo, debido a que el músculo esquelético comprende entre el 40 y 50% de la MLG y es quién genera fuerza. De otro lado, un exceso de MLG puede deteriorar el rendimiento en actividades deportivas como carreras de fondo, saltos y deportes de agilidad.

En resumen, el tamaño, la estructura física y la composición corporal son factores importantes que influyen en el rendimiento deportivo. En general, la grasa corporal influye negativamente en deportes que comprometen o requieren agilidad, velocidad, resistencia, desplazamientos y saltos. De otro lado, la MLG está asociada positivamente con deportes en donde se aplica la fuerza como levantamiento de pesas, lanzamientos y bloqueos.

Es importante resaltar que las intervenciones en deportistas jóvenes no debe afectar el curso normal de su crecimiento y desarrollo con el único pretexto de aumentar el rendimiento deportivo.

Tipos de tejido adiposo

Nuestra especie presenta dos tipos de TA según la función que realice: el TA pardo marrón o multilocular y la grasa blanca, amarilla o unilocular, ambos con capacidad para almacenar grandes cantidades de lípidos, pero con diferentes papeles en el metabolismo energético.

TA pardo: grasa marrón o multilocular

La función principal de la grasa parda es producir calor, bien para la termorregulación o en relación con la regulación del balance de energía. Los recién nacidos presentan una cantidad considerable de grasa parda.

Las nuevas técnicas de imagen como la FDG-PET (tomografía por emisión de positrones con fluorodeoxyglucosa) han proporcionado como hallazgo colateral y sorprendente, la visualización en adultos de áreas con TA pardo en las regiones supraclavicular y del cuello, con depósitos adicionales paravertebrales, mediastínicos o para-aórticos y suprarrenales, pero no interescapulares como los que existen en los recién nacidos (11). Actualmente se acepta que la presencia de TA pardo en adultos jóvenes es alta, pero su actividad es reducida porque se relaciona inversamente con el IMC y el porcentaje de grasa corporal, especialmente en las personas mayores (12). La señal para la activación de los adipocitos marrones es una temperatura por debajo de la considerada neutra (34 °C para los ratones, 28 °C para las ratas y 20-22 °C para los humanos). La dieta podría activar del mismo modo el TA marrón, que sería el responsable de la termogénesis inducida por los alimentos.

El TA pardo puede ser metabólicamente importante en humanos, y el hecho de que esté reducido, aunque todavía presente en la mayoría de las personas con sobrepeso u obesas puede ser fundamental para el tratamiento de la obesidad.

TA blanco: grasa blanca, amarilla o unilocular

La grasa blanca recibe esta denominación por contraposición a la grasa de color pardo o marrón. Las funciones de la grasa blanca pueden resumirse en cuatro principales: sintetizar lípidos a partir de excedentes de hidratos de carbono o proteínas; responder a estímulos hormonales y nerviosos; secretar sus propias hormonas (leptina, TNF-alfa, adiponectina, etc.); y la más clásica de todas, actuar como reservorio de energía, formando, almacenando y descomponiendo ácidos grasos en equilibrio con la concentración correspondiente en el torrente sanguíneo. Recientemente el TA está surgiendo como fuente importantísima de células madre adultas.

A pesar del creciente interés en el conocimiento de los distintos compartimentos de TA, todavía no existe un consenso sobre la nomenclatura de estos depósitos. La anatomía clásica ha dejado de

lado un tejido que no era considerado como “un órgano”, y que además molestaba a la hora de preparar las disecciones para el estudio de otras estructuras consideradas “nobles”. Esta situación explica que en la mayoría de los textos de anatomía falte una clasificación detallada del TA.

En la actualidad se considera que el TA no es un compartimento homogéneo único, sino que tiene depósitos regionales específicos con importantes propiedades metabólicas. Por tanto, hoy en día, a la luz de los nuevos conocimientos, el estudio de los depósitos de TA requiere una clasificación más exhaustiva y una localización anatómica precisa, ya que estos compartimentos adiposos individuales podrían tener mayor asociación con procesos fisiológicos y patológicos que la masa de TA total.

Desde el punto de vista anatómico Shen y colaboradores (13) han realizado una clasificación exhaustiva del TA blanco.

En el abdomen, la **grasa subcutánea** puede subdividirse en dos compartimentos distintos:

1. Tejido adiposo subcutáneo superficial: una capa superficial de TA distribuida bajo la piel abdominal, que presenta un grosor relativamente constante en toda la región, dentro de la variación entre los distintos individuos. El grosor de esta capa es lo que normalmente se mide utilizando los lipocalibres y combinando los datos obtenidos de los distintos pliegues antropométricos, da idea aproximada de la grasa subcutánea total.
2. Tejido adiposo subcutáneo profundo: otro compartimento localizado bajo la capa superficial anterior y separado de ella por una fascia subcutánea circunferencial que se fusiona con la pared muscular en la línea alba anteriormente o las apófisis espinosas posteriormente.

La denominada **grasa intrabdominal, visceral o perivisceral** se encuentra dentro de las paredes óseas y musculares del abdomen, por tanto, para su medición no es posible el uso de las técnicas antropométricas de pliegues cutáneos o el perímetro de cintura, sino que es necesario un estudio con técnicas de imagen o diámetros. La grasa intrabdominal se puede subdividir en:

1. TA intraperitoneal: corresponde al territorio tributario de la vena porta-hepática. Comprende la grasa omental y mesentérica.
2. TA extraperitoneal: corresponde al territorio retroperitoneal tributario de las venas cavas, incluyendo la grasa pararenal, periaórtica, y la grasa perirrenal.

El músculo como órgano de almacenamiento de grasa

El perfeccionamiento de los métodos de valoración de la composición corporal ha hecho posible medir la grasa en sitios de tejido no adiposo como el músculo o el hígado, constituyendo la llamada grasa ectópica.

La grasa muscular comienza a considerarse como un “nuevo” compartimento graso (14) y se refiere a distintos depósitos de almacenamiento de lípidos en el tejido del músculo esquelético: por un lado, los lípidos que están dentro de los adipocitos localizados entre las fibras musculares,

los llamados *lípidos extramiocelulares* o *extramiocitarios*; por otro lado, los lípidos localizados dentro de las fibras musculares en forma de triacilgliceroles citosólicos, en el sarcoplasma, generalmente en contacto directo con las mitocondrias, también llamados *lípidos intramiocelulares* o *intramiocitarios*. La grasa intermuscular, por su parte, se refiere a los depósitos localizados entre los distintos músculos, visibles mediante tomografía computarizada (TC) o resonancia magnética (RM), separados del TA subcutáneo por la fascia que envuelve a los distintos grupos musculares.

Desde el punto de vista fisiológico, se ha sugerido que los lípidos intramiocelulares son una fuente energética durante el ejercicio, puesto que este tipo de lípidos decrecen durante el ejercicio prolongado, y del mismo modo que el glucógeno, aumentan durante el entrenamiento. Además, los lípidos intramiocitarios son más abundantes en las fibras musculares tipo 1, lo que sugiere que aumentarían hasta alcanzar el punto óptimo de capacidad oxidativa de grasa, resultando un combustible ventajoso. Sin embargo, cuando se elevan los valores de ácidos grasos en el plasma o aumenta el contenido de grasa en la dieta, también aumentan los lípidos intramiocelulares, sugiriendo que las fibras del músculo esquelético sirven de almacén de ácidos grasos si la disponibilidad es alta (15). Con el estilo de vida actual en los países occidentalizados, de baja actividad física y consumo excesivo de alimentos grasos, la capacidad de utilizar los lípidos almacenados como fuente de energía ha quedado reducida, teniendo efectos muy negativos sobre la sensibilidad a la insulina.

Los lípidos intramiocitarios pueden ser cuantificados mediante Resonancia Magnética Espectroscópica (RMS), de forma no invasiva y repetitiva en un determinado músculo a lo largo del tiempo, y en el mismo paciente, aportando datos de un volumen muscular proporcionalmente mayor que una biopsia. Dentro del músculo, las pequeñas gotas de lípidos están rodeadas por una fase acuosa (el sarcoplasma), diferente a la de los lípidos rodeados por otros lípidos (en el TA) y a la de los lípidos extramiocelulares (capas de lípidos entre fibras musculares), lo que proporciona distintas señales dentro de un campo magnético.

La mayoría de los estudios sobre lípidos intramiocitarios se limita a un número reducido de músculos. La pierna ha sido ampliamente analizada, debido al alineamiento paralelo de las fibras y de las capas de lípidos que las rodean respecto al campo magnético estático. El mayor contenido de grasa se encuentra en la parte interna del músculo sóleo, mientras que los tibiales anterior y posterior y los gemelos presentan valores dos o tres veces más reducidos (16, 17). Esta diferencia concuerda con los distintos tipos de fibras musculares y los sustratos que utilizan. El sóleo tiene un alto porcentaje de fibras tipo 1, caracterizadas por mayor contenido en grasa y mitocondrias, dependiendo más de la oxidación de los lípidos que los otros músculos.

La sarcopenia o disminución de la masa muscular es un tema de gran interés, por la pérdida de fuerza que puede implicar, limitación funcional y discapacidad, así como aumento del riesgo de caídas y fracturas óseas. La causa principal puede ser el envejecimiento, aunque también puede sumarse un nuevo factor que es el aumento de lípidos del músculo esquelético, tanto intramio-

celular como total, y este contenido influye negativamente en la fuerza y la función muscular (18, 19).

Los cambios en el músculo esquelético dependientes de la edad están relacionados con cambios en otros componentes de la composición corporal. Forbes (20) observó que los cambios en MG y MLG están relacionados, y en general ocurren de forma proporcional y constante con el cambio de peso: 70% de grasa a 30% de la masa libre de grasa, pero la regulación de esta relación se pierde durante la senectud produciéndose cambios discordantes en los componentes de tejido magro y blando, lo que lleva a una composición corporal caracterizada por una masa muscular reducida en presencia de exceso de peso corporal, esta forma “desordenada” de composición corporal se ha denominado *obesidad sarcopénica* (20, 21).

La obesidad sarcopénica se desarrolla cada vez más en personas mayores a medida que aumenta su edad, y se considera una consecuencia tardía de la obesidad prolongada que puede acelerar la pérdida muscular en la vejez. Se ha estimado que la prevalencia de este nuevo tipo de composición corporal puede aumentar del 2 al 10% de los 65 a los 85 años de edad, estando fuertemente asociada con limitaciones funcionales: trastornos del equilibrio/marcha, discapacidad, etc. (22).

Bibliografía

1. Heymsfield SB, Lhoman TG, Wang Z, Going SB. *Composición corporal*. Editorial McGraw Hill-Interamericana. 2ª ed. México. 2005.
2. Pérez Miguelsanz J. *Composición corporal en obesidad: medición y técnicas de estudio*. Capítulo 3, pp. 41-51. *Obesidad en el siglo XXI: ¿qué se puede y se debe hacer?* Editado por Instituto Tomás Pascual Sanz. Universidad CEU-San Pablo. Universidad CEU-Cardenal Herrera, 2009. ISBN: 978-84-692-2055-9.
3. Ross WD, Kerr DA. *Fraccionamiento de la masa corporal: un nuevo método para utilizar en nutrición clínica y medicina deportiva*. *Apuntes: Educación Física y Deportes*, 1993; 18:175-87.
4. Ross WD, Drinkwater DT, Bailey DA, Marshall GW and Leña RM. *Kinanthropometry Traditions and New Perspectivas*. *Kinanthropometry II*. En: Ostyn M, Beunen G, Simons J (eds). *Kinanthropometry II*, University Park Press, Baltimore. pp. 3-27. 1980.
5. Carter JEL, Heath B. *Somatotyping Development and Applications*. Cambridge University Press. 1990.
6. Ross WD, Marfell-Jones M. *Kinanthropometry*. In: *Physiological testing of the high-performance athlete*. Eds: MacDougall J, Wenger J and Grenn H. Champaign IL: Human Kinetics Books. pp. 223-308. 1991.
7. Kerr DA, Ackland TR, Schreiner AB. *The elite athlete – assesing body shape, size, proportion and composition*. *Asia Pac J Clin Nutr*, 1995; 4(1):25-30.
8. Kweitel S. *IMC: herramienta poco útil para determinar el peso útil de un deportista*. *Rev Int Med Cienc Act Fis, Deporte* 2007; 7(28):274-89.

9. Pérez Miguelsanz J, Cabrera-Parra W, Varela Moreiras G, Garaulet M. Distribución regional de la grasa corporal. Uso de técnicas de imagen como herramienta de diagnóstico nutricional. *Nutr Hospital* 4406, Aceptado para publicar el día 01/07/2009.
10. Boileau RA y Horswill CA. Body composition in sport: measurements and applications for weight loss and gain. Capítulo 22, pp. 319-38. *Exercise and Sport Science*. Edited by Garrett WE Jr and Kirkendall DT. Lippincott William & Wilkins, Philadelphia 2000.
11. Nedergaard J, Bengtsson T, Cannon B. Unexpected evidence for active brown adipose tissue in adult humans. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 2007; 293:E444-52.
12. Van Marken Lichtenbelt WD, Vanhommelring JW, Smulders NM, Drossaerts JM, Kemerink GJ, Bouvy ND, Schrauwen P, Teule GJ. Cold-activated brown adipose tissue in healthy men. *N Engl J Med*, 2009; 360(15):1500-8.
13. Shen W, Wang ZM, Punyanita M, Lai J, Sinav A, Oral JG, Imielinska C, Ross R, Heymsfield SB. Adipose tissue quantification by imaging methods: a proposed classification. *Obesity Res*, 2003; 11:5-16.
14. Gallagher D, Kuznia P, Heshka S, Albu J, Heymsfield SB, Goodpaster B, Visser M, Harris TB. Adipose tissue in muscle: a novel depot similar in size to visceral adipose tissue. *Am J Clin Nutr*, 2005; 81(4):903-10.
15. Schrauwen-Hinderling VB, Hesselink M, Schrauwen P, Kooi ME. Intramyocellular lipid content in human skeletal muscle. *Obesity*, 2006; 14:357-67.
16. Vermathen P, Kreis R, Boesch C. Distribution of intramyocellular lipids in human calf muscles as determined by MR spectroscopic imaging. *Magn Reson Med*, 2004; 51:253-62.
17. Hwang JH, Pan JW, Heydari S, Hetherington HP, Stein DT. Regional differences in intramyocellular lipids in humans observed by in vivo 1H-MR spectroscopic imaging. *J Appl Physiol*, 2001; 90:1267-74.
18. Goodpaster BH, Carlson CL, Visser M, Kelley DE, Scherzinger A, Harris TB, Stamm E, Newman AB. Attenuation of skeletal muscle and strength in the elderly: the Health ABC Study. *J Appl Physiol*, 2001; 90:2157-65.
19. Visser M, Kritchevsky SB, Goodpaster BH, Newman AB, Nevit M, Stamm E, Harris TB. Leg muscle mass and composition in relation to lower extremity performance in men and women aged 70 to 79: the health, aging and body composition study. *J Am Geriatric Soc*, 2002; 50(5):897-904.
20. Forbes GB. Exercise and body composition. *J Appl Physiol*, 1991; 70(3):994-7.
21. Baumgartner RN. Body composition in healthy aging. *Ann N Y Acad Sc*, 2000; 904:437-48.
22. Roubenoff R. Sarcopenic obesity: does muscle loss cause fat gain? Lessons from rheumatoid arthritis and osteoarthritis. *Ann N Y Acad Sc*, 2000; 904:374-6.
23. Morley JE, Baumgartner RN, Roubenoff R, Nair KS. Sarcopenia. *J Lab Clin Med*, 2001; 137:231-43.

Ejercicio, radicales libres y antioxidantes

Javier González Gallego y Pilar Sánchez Collado

Investigadores del Instituto de Biomecánica, Universidad de León.

Resumen

Los radicales libres o especies reactivas de oxígeno y de nitrógeno (EROS/ENOS) producidos de forma habitual por el organismo, se encuentran en equilibrio con las defensas antioxidantes, que evitan la aparición de situaciones de estrés oxidativo. El ejercicio extenuante puede generar niveles elevados de radicales libres que sobrepasan las defensas antioxidantes, llegando a causar daño tisular. Diversos estudios han demostrado que el entrenamiento induce un incremento en la actividad de enzimas antioxidantes tales como la catalasa o la superóxido dismutasa, tanto en el tejido muscular del hombre como de animales de laboratorio, lo que conlleva una menor susceptibilidad del músculo al estrés oxidativo. Estos hechos han llevado a sugerir que los compuestos antioxidantes, tales como las vitaminas C y E o el beta caroteno, entre otros, podrían también proteger contra los efectos perjudiciales del ejercicio. No obstante, hay que ser cuidadosos cuando se plantean la necesidad y las ventajas de la utilización de antioxidantes en el ejercicio, pues pueden enmascarar las adaptaciones producidas por el entrenamiento.

¿Qué son los radicales libres?

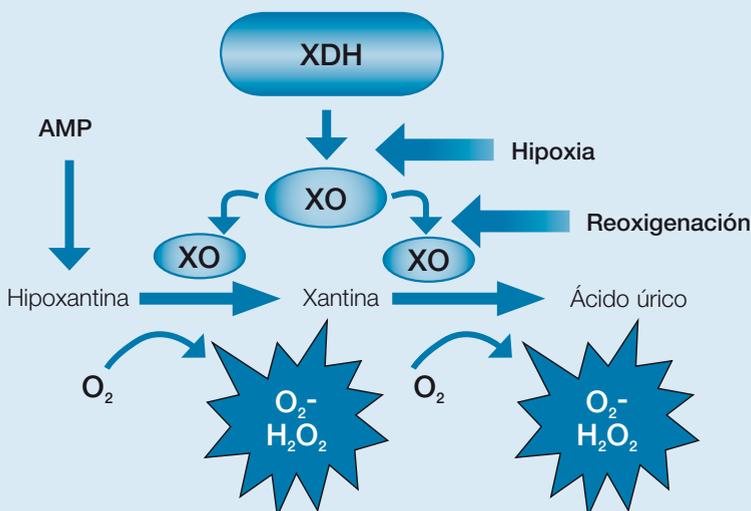
Se denomina “radical libre” a aquella especie química que posee uno o más electrones no apareados en su orbital externo. Esta situación genera una inestabilidad energética, circunstancia que hace que tienda a reaccionar con otras moléculas, captando electrones y generando a su vez nueva inestabilidad, lo cual puede desencadenar reacciones en cadena. Se produce entonces un daño que puede afectar a sistemas biológicos importantes y producir posteriormente muerte celular. Los radicales libres se encuentran en los sistemas biológicos (células y tejidos) en muy bajas concentraciones, y se generan como resultado del proceso metabólico normal. La concentración final de radicales libres viene determinada por el balance entre su tasa de producción y su tasa de eliminación. Cuando la tasa de producción de los radicales libres es baja, las defensas antioxidantes presentes en el organismo las neutralizan sin problemas. Sin embargo, bajo determinadas circunstancias, la producción se ve tan fuertemente incrementada que no puede ser compensada en su totalidad y esto desemboca en una situación de estrés oxidativo. Los radicales libres en elevadas concentraciones pueden atacar ADN, lípidos y proteínas, promover la pérdida de funciones celulares, generar apoptosis celular y contribuir al desarrollo de diversas patologías. En muchos casos, una correcta alimentación que incluya nutrientes con propiedades antioxidantes puede resultar eficaz en la lucha contra estas enfermedades o favorecer su prevención.

Numerosas moléculas pueden actuar como radicales libres. En el organismo las más importantes son las especies químicas derivadas del oxígeno. Estos radicales libres se generan en numerosas reacciones del metabolismo intermediario. La reducción incompleta del oxígeno en la cadena respiratoria en la mitocondria libera anión superóxido (O_2^-) al citosol. El anión superóxido es capaz de actuar e inactivar ciertas proteínas, como la NADH deshidrogenasa de la cadena respiratoria mitocondrial. Se estima que en condiciones normales, del 1 al 3% del oxígeno que respiramos sigue este destino. El anión superóxido también se puede producir por la acción de ciertas oxidasas, como la xantina oxidasa. Esta enzima, que cataliza la conversión de hipoxantina en xantina y ácido úrico, incrementa su actividad en los tejidos isquémicos, por lo que puede estar involucrada en el daño oxidativo que se produce tras la reperfusión (figura 1).

El peróxido de hidrógeno (H_2O_2) es otra especie química reactiva, aunque no se puede considerar un radical libre en sentido estricto, ya que no posee electrones no apareados. Por tal razón se usa habitualmente el término especies reactivas de oxígeno y de nitrógeno (EROS/ENOS) para referirse a los radicales libres. El H_2O_2 se produce a partir del anión superóxido de forma espontánea o por mediación de la enzima superóxido dismutasa. También puede originarse directamente por la acción de numerosas enzimas de los peroxisomas que participan en el metabolismo de los ácidos grasos.

El anión superóxido y el peróxido de hidrógeno a su vez pueden dar lugar al radical hidroxilo por medio de la reacción de Haber Weiss. Los metales de transición, como el hierro o el cobre, pueden

Figura 1. Producción de O_2^- y H_2O_2 durante el proceso de isquemia/reperfusión



XDH: xantina deshidrogenasa XO: xantina oxidasa.



participar en esta reacción, favoreciendo la formación de radicales hidroxilo. El radical hidroxilo también se puede generar mediante la reacción del O_2 con el ácido hipocloroso, un agente bactericida que se produce en los neutrófilos activados. El radical hidroxilo es una de las especies derivadas del oxígeno más dañinas, ya que es capaz de reaccionar con cualquiera de las moléculas adyacentes al lugar donde se origina. El efecto es tan rápido que los sistemas de defensa antioxidantes se dirigen especialmente a impedir su producción, más que a intentar neutralizarlo.

Los radicales libres no sólo aparecen como producto del metabolismo intermediario, fundamentalmente a partir de la cadena respiratoria mitocondrial o de enzimas oxidantes, también las células fagocíticas producen radicales libres como parte de la respuesta a la agresión, y estos radicales libres pueden a su vez estimular aún más la respuesta inflamatoria. Además, numerosos agentes externos como las radiaciones ionizantes, el tabaco, diferentes compuestos tóxicos como pesticidas o ciertos fármacos como el paracetamol, favorecen la generación de radicales libres y el daño oxidativo.

Aunque hasta el momento se ha asociado la acción de los radicales libres únicamente a la promoción de situaciones adversas, son muchos los estudios que constatan su papel clave en distintos procesos fisiológicos, actuando como segundos mensajeros intracelulares. Esta función es de particular relevancia en el sistema cardiovascular, donde se observa que bajo la estimulación de determinadas citoquinas y factores de transcripción, las NADPH oxidasas presentes en la pared vascular generan radicales libres que parecen desempeñar un papel decisivo en el funcionamiento normal de las células cardíacas y vasculares. Los cambios en la tensión de oxígeno también promueven respuestas asociadas con el control de la ventilación y la producción de moléculas tales como la eritropoyetina.

Efectos negativos causados por los radicales libres

Los radicales libres se producen constantemente en el cuerpo humano y si sobrepasan la capacidad antioxidante del cuerpo pueden causar daño tisular y originar lo que se denomina “estrés oxidativo”. El estrés oxidativo puede producir alteraciones en la mayor parte de las moléculas orgánicas, siendo los lípidos, presentes en las membranas lipídicas, y las lipoproteínas especialmente susceptibles a la oxidación. Los radicales libres reaccionan con los enlaces insaturados del colesterol y de los ácidos grasos mediante un proceso denominado peroxidación, en el cual se origina un radical lipídico que propaga y perpetúa el proceso oxidativo. La peroxidación lipídica de las membranas celulares altera las características de éstas, disminuyendo su permeabilidad y fluidez, alterando la actividad de las enzimas asociadas. Se producen, además, fenómenos de oxidación de las proteínas con incrementos en la formación de carbonilos proteicos y daño oxidativo del ADN, con inicio de ciclos de reparación del mismo frente a la generación de radicales libres de oxígeno.

La susceptibilidad de las proteínas a la agresión por radicales libres de oxígeno, dependerá de la localización y la importancia de los aminoácidos más sensibles (triptófano, tirosina, fenilalanina, histidina, metionina y cisteína) a la oxidación en la configuración de la molécula y en su acción biológica. A su vez ciertos grupos sulfidrilos presentes en los residuos de cisteína pueden modificarse de forma reversible, utilizando en el proceso de reducción un grupo tiol como el que existe en la molécula de glutatión. Por último, ciertas proteínas poseen regiones de unión a metales, que son especialmente susceptibles a la oxidación.

La modificación oxidativa de los ácidos nucleicos puede dar lugar a alteraciones en la replicación y en la transcripción génica. Estas alteraciones se han relacionado con fenómenos de carcinogénesis. El ADN mitocondrial es especialmente sensible al daño por oxidación, ya que la cadena respiratoria y otras vías metabólicas constituyen una fuente importante de radicales libres y además, a diferencia del ADN nuclear, no está asociado a histonas, que ejercen una función protectora. Diversos estudios han asociado el daño oxidativo del ADN mitocondrial con los procesos de envejecimiento y con ciertas enfermedades neurológicas.

Sistemas de defensa antioxidante

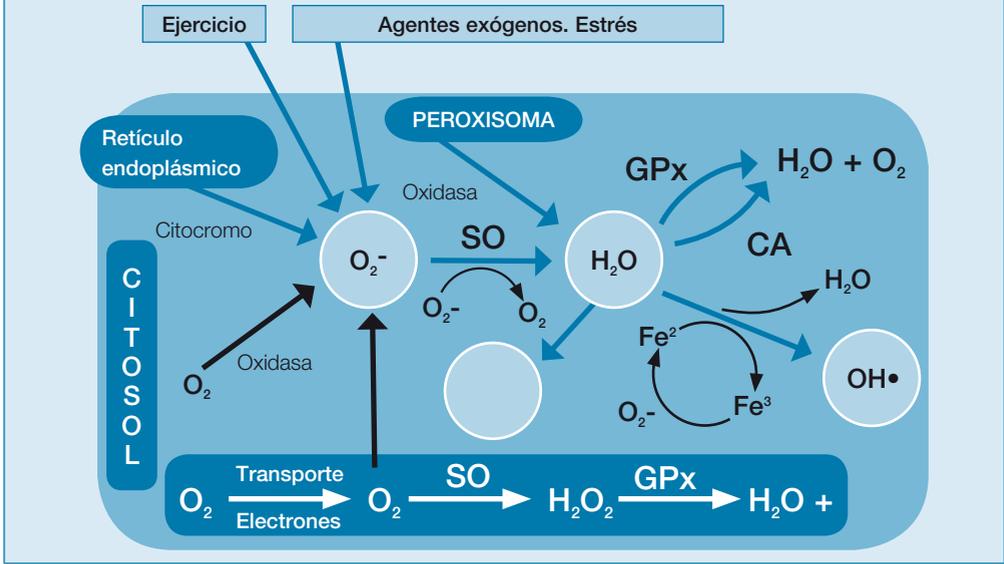
El organismo ha desarrollado diversos mecanismos de defensa contra los radicales libres. Estos sistemas intentan prevenir su producción o bien detener o retardar la reacción en cadena que desencadena el radical. Los distintos sistemas antioxidantes suelen actuar de forma coordinada y ejercen su función en localizaciones subcelulares concretas.

Los sistemas antioxidantes pueden ser de dos tipos: sistemas antioxidantes no enzimáticos (vitamina E, vitamina C, glutatión, polifenoles y otros) y enzimáticos [superóxido dismutasa (SOD), catalasa (CAT), y/o glutatión peroxidada (GPx)] (figura 2).

La superóxido dismutasa es una enzima que cataliza la conversión del anión superóxido a peróxido de hidrógeno. Existen tres formas moleculares: SOD-1, que actúa en el citosol y requiere cobre y zinc (SOD-Cu,Zn); SOD-2, que actúa en la mitocondria y precisa de manganeso (SOD-Mn) y SOD-3, que actúa en el espacio extracelular y precisa de cobre y zinc. La catalasa es una proteína del grupo hemo que cataliza la metabolización del peróxido de hidrógeno; se encuentra localizada en los peroxisomas, pero en aquellas células carentes de esta organela es una enzima citosólica. Además de su acción sobre el peróxido de hidrógeno, es capaz de utilizar otros peróxidos lipídicos convirtiéndolos en alcoholes inertes. La glutatión peroxidasa es la principal enzima en la eliminación del H_2O_2 en las células de los mamíferos y desarrolla múltiples funciones en la protección frente a daño oxidativo en los tejidos preservando el ambiente intracelular en un estado reducido.

Los más importantes dentro los sistemas antioxidantes no enzimáticos son la vitamina E, el ácido ascórbico, el coenzima Q o ubiquinona, el glutatión, los carotenos y los polifenoles. Los agentes antioxidantes no enzimáticos reaccionan con los radicales libres con el fin de evitar daños en moléculas más importantes, siendo capaces de detener o enlentecer la reacción en cadena que

Figura 2. Radicales libres y antioxidantes enzimáticos intracelulares



provocan los radicales libres. A su vez, el producto de la oxidación de estas moléculas puede ser reducido de nuevo por la acción de otros antioxidantes. El glutatión es un tripeptido de cisteína, glicina y ácido glutámico. Se localiza fundamentalmente en el citoplasma en forma reducida (GSH), siendo el núcleo y las mitocondrias lugares donde ejerce un importante papel antioxidante. El GSH reduce el hidrógeno y los peróxidos orgánicos mediante una reacción catalizada por la glutatión peroxidasa. El GSH se oxida a entonces a GSSG, que puede ser reducido de nuevo por medio de la glutatión reductasa.

Factores de transcripción

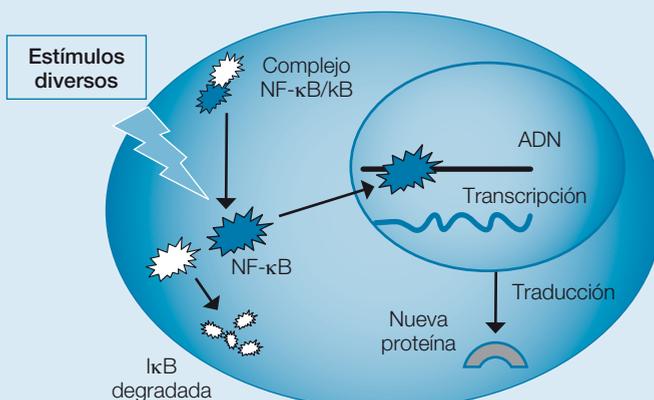
Existen muchas rutas de señalización intracelular, bien caracterizadas, que conducen a la activación de la transcripción de genes, es decir, que median en la activación de factores de transcripción. Los factores de transcripción son proteínas de bajo peso molecular que estimulan la transcripción de genes que intervienen en el desarrollo, crecimiento y envejecimiento celular, mediante la unión específica a regiones promotoras presentes en los mismos. La concentración de radicales libres y las modificaciones redox actúan como importantes mecanismos de regulación de algunos de estos factores y se ha observado que una variación del estado redox de la célula puede alterar la función de los mismos de forma directa o bien mediada por otras señales tales como procesos de fosforilación/desfosforilación o glicosilación.

De estos, el factor de transcripción nuclear κB (NF- κB), es único en cuanto a la rapidez de su activación, su inusual mecanismo de regulación y el actual conocimiento del mismo, que abarca

desde el entendimiento de su estructura molecular, hasta las funciones fisiológicas de cada uno de sus componentes. Se sabe desde hace tiempo que este factor responde a los cambios redox de la célula, viéndose inducida la ruta de activación del mismo cuando se da una situación de estrés oxidativo con un incremento en la producción de radicales libres. El NF- κ B se encuentra en condiciones normales en forma inactiva, secuestrado en el citoplasma celular debido a la interacción con sus proteínas inhibidoras denominadas I κ B. La degradación proteolítica de dichas proteínas es el requisito previo imprescindible para la translocación de este factor al núcleo y para que la activación de la transcripción de determinados genes se lleve a cabo (figura 3).

Como se ha comentado, el estatus redox de la célula constituye un desencadenante en la activación de este factor, de modo que las situaciones de estrés oxidativo que promueven un aumento en la concentración de radicales libres constituyen un estímulo importante. Se ha comprobado igualmente que un gran número de sustancias antioxidantes son capaces de inhibir la activación del NF- κ B. Este factor promueve la expresión de más de un centenar de genes diana, muchos de ellos relacionados con el desarrollo de disfunciones en humanos y que participan fundamentalmente en la respuesta inmune. Así, se encuentran genes para proteínas del tipo citoquinas y quimiocinas, para receptores implicados en el reconocimiento de antígenos y otros receptores (los miembros de MHC), proteínas implicadas en la presentación del antígeno y receptores de adhesión relacionados con la migración a través de las paredes vasculares. También por acción del NF- κ B se ven activados los genes para enzimas antioxidantes y para enzimas cuyos productos participan en la patogénesis del proceso inflamatorio, incluyendo la forma inducible de la óxido nítrico sintetasa (iNOS) que sintetiza óxido nítrico y la ciclooxigenasa inducible (COX-2) que está implicada en la síntesis de prostanoïdes. Otros procesos en los que el NF- κ B tiene un papel relevante son aquellos relacionados con la proliferación celular y la apoptosis.

Figura 3. Cascada de activación del factor nuclear NF- κ B desencadenada por estímulos de muy distinta naturaleza

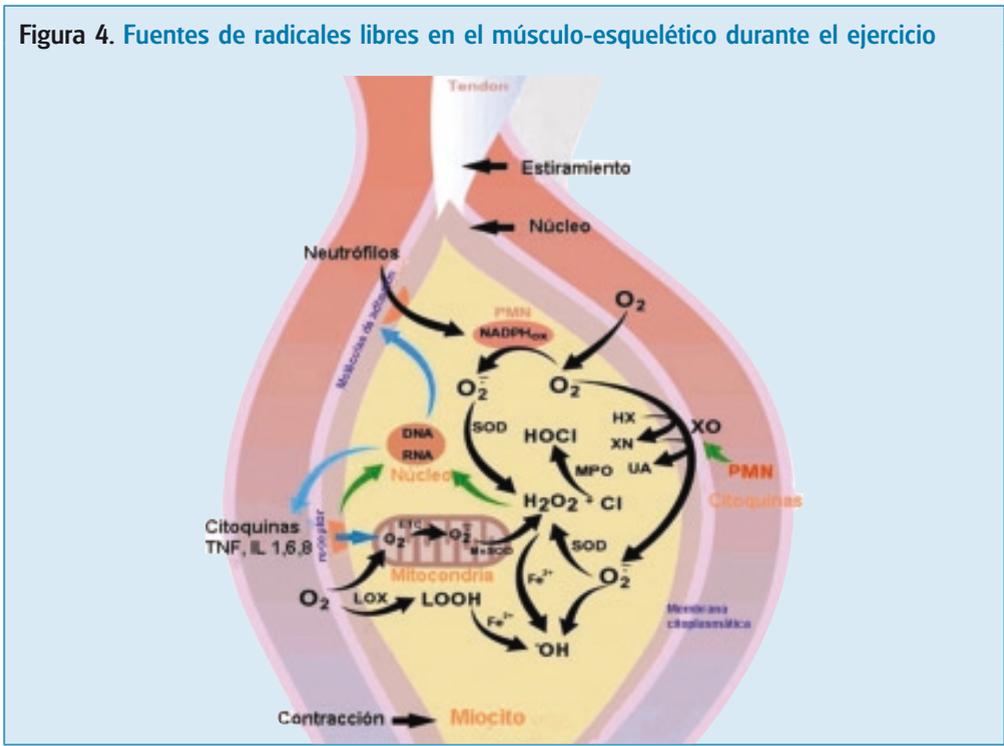


Radicales libres y ejercicio

La práctica de actividad física de forma intensa y habitual, tal como ocurre en el deporte de competición, hace necesarias complejas adaptaciones que requieren un incremento neto en las demandas energéticas. La respuesta de los organismos al ejercicio físico reiterado implica dos tipos fundamentales de adaptaciones: hipertrofia muscular e incremento de la capacidad aeróbica muscular. Debido a esta última, se producen incrementos en la capacidad de oxidación aeróbica de piruvato y ácidos grasos y un paralelo aumento en la producción de ATP a través de la fosforilación oxidativa. El propósito final de estas adaptaciones es el incremento en el consumo de oxígeno por las mitocondrias musculares, pero el proceso puede conducir simultáneamente a un aumento en la generación de radicales libres. Datos científicos muestran que el incremento significativo de la demanda de oxígeno que supone la actividad física, sobre todo si es intensa y continuada, es responsable de un ascenso paralelo en la formación de radicales libres, considerándose éste uno de los principales mecanismos iniciadores y/o amplificadores del daño muscular asociado a la realización de actividad física. Existen diversas posibilidades en relación a la producción de radicales libres en el ejercicio físico que se describen a continuación (figura 4).

Uno de los radicales libres más peligrosos para la célula, el radical hidroxilo, se genera en la mitocondria del músculo en ejercicio, hecho que puede estar relacionado, entre otros factores,

Figura 4. Fuentes de radicales libres en el músculo-esquelético durante el ejercicio



con la tensión desarrollada por el mismo. Es conocido el papel que la actividad de la NADPH oxidasa desempeña en los neutrófilos y en otros tipos celulares; como resultado de la reacción que cataliza también se forman radicales libres. Por otra parte, en tejidos isquémicos se produce una estimulación de la enzima xantina oxidoreductasa presente en el endotelio de los capilares musculares durante el ejercicio exhaustivo y por ende esto lleva a una mayor producción de radicales libres; este mecanismo podría ser importante en el ejercicio con un aporte bajo de oxígeno o cuando el ejercicio afecta sólo a una pequeña masa de músculo. Además, la práctica de diferentes tipos de ejercicio como las carreras en tapiz rodante cuesta abajo y algunos movimientos que implican contracciones musculares de tipo excéntrico, pueden inducir la infiltración de leucocitos en el músculo, lo cual promueve una situación inflamatoria y la aparición de estrés oxidativo tisular. La lesión de la fibra muscular va seguida de la invasión por macrófagos y otras células fagocíticas que llegan vía sanguínea atraídas por señales quimiotácticas. Como parte del proceso de fagocitosis, una cantidad sustancial de radicales libres es liberada con el fin de provocar la degeneración del área dañada.

Numerosos autores han descrito un aumento en la producción de radicales libres durante el ejercicio físico exhaustivo y cómo este incremento se asocia con la fatiga muscular y con la aparición de cambios en el estatus oxidativo de distintos tejidos, tales como el hígado o el músculo esquelético. Una gran parte de los avances en el estudio de los radicales libres y el ejercicio físico a lo largo de las últimas décadas se han realizado gracias a la mejora de las diferentes técnicas analíticas para su cuantificación. La determinación directa del estrés oxidativo debido a la alta reactividad y vida media extremadamente corta de dichos radicales se hace muy difícil y costosa. Su determinación indirecta implica el análisis de productos más estables formados a partir de la reacción de los radicales libres con ciertas biomoléculas. Estos productos incluyen metabolitos estables (nitrato/nitrito) y/o concentraciones de los productos resultantes del ataque de los radicales libres, incluyendo productos finales de la peroxidación lipídica [isoprostanos, malondialdehído (MDA), sustancias reactivas con ácido tiobarbitúrico (TBARS), hidroperóxidos lipídicos (LOOH), dienos conjugados (CD)], proteínas oxidadas [carbonilos, aminoácidos oxidados individuales, nitrotirosina (NT)], y ácidos nucleicos [8-hidroxi-2-desoxiguanosina (8-OHdG), bases de ADN oxidadas (mediante análisis Comet)]. Además, el estrés oxidativo puede medirse observando el sistema de defensa antioxidante del organismo. Por ejemplo, cuantificando cambios redox del principal antioxidante endógeno, el glutatión, o determinando la concentración de vitaminas E y C. También puede estudiarse la actividad de ciertas actividades antioxidantes (SOD, GPx, CAT, GR) como índice del estrés oxidativo impuesto a un tejido. Finalmente, existen diversos ensayos sobre la propia capacidad antioxidante como el estado antioxidante total (TAS), la capacidad antioxidante equivalente trolox (TEAC), capacidad plasmática de reducir hierro (FRAP) y otras.

Son muchos los artículos en los que se recoge un incremento en la producción de radicales libres durante el ejercicio. Éste se manifiesta en un daño oxidativo a distintos niveles: músculo esquelético, cardíaco, hígado y sangre. Uno de los marcadores de estrés oxidativo más utilizados

ha sido el cociente glutatión oxidado/glutatión reducido, cuyo aumento se ha constatado tanto en músculo esquelético como en sangre y no sólo en animales, sino también en humanos. Con respecto a la peroxidación lipídica o a la oxidación de proteínas, los estudios realizados indican que éstas aumentan en ejercicios tanto aeróbicos como anaeróbicos. Por otra parte, los radicales libres afectan también al ADN, y el ejercicio físico agudo aumenta el daño al mismo, tal como se evidencia por el aumento de los niveles de 8-OHdG.

La vía de señalización mejor identificada en relación con el estrés oxidativo en el ejercicio es la activación del NF- κ B. Hollander y cols fueron los primeros autores que indicaron hace algunos años como tras la realización de un ejercicio físico en tapiz rodante se activaba la expresión de la SOD-Mn en músculo esquelético vía NF- κ B. Posteriormente, diferentes investigadores han llegado a la conclusión de que durante el ejercicio físico el incremento en la producción de radicales libres estimula esta vía de señalización intracelular, lo que a su vez implica la activación de la expresión de enzimas antioxidantes y de adaptación al ejercicio, aunque también estimula la expresión de genes relacionados con procesos inflamatorios.

Efectos del entrenamiento y papel de los antioxidantes

Diversos estudios han demostrado que el entrenamiento induce mayores niveles de enzimas antioxidantes tales como la catalasa o la superóxido dismutasa, tanto en el tejido muscular del hombre como de animales de laboratorio, lo que conlleva una menor susceptibilidad del músculo al estrés oxidativo. Estos hechos han llevado a sugerir que los compuestos antioxidantes tales como las vitaminas C y E o el beta caroteno, podrían también proteger contra los efectos perjudiciales del ejercicio. Lo mismo se ha afirmado para otros antioxidantes, como minerales (selenio y otros) o intermediarios metabólicos (coenzima Q). Estudios experimentales de nuestro laboratorio han demostrado que la administración de melatonina, hormona con capacidad antioxidante, reduce la depleción de glucógeno muscular y hepático en la rata. Además su administración exógena previa a un ejercicio agudo presenta características antioxidantes y antiinflamatorias tanto en el músculo esquelético como en el cardíaco a través de una interacción directa de la melatonina con los radicales libres o de forma indirecta interactuando con la cascada de activación del NF- κ B. Otros investigadores han publicado hallazgos similares con diferentes compuestos antioxidantes en animales de laboratorio.

Los datos en humanos resultan más contradictorios, aunque existe un cierto número de estudios que demuestran hechos tales como disminución de la producción de carbonilos proteicos durante el ejercicio mediante la suplementación con vitamina E y coenzima Q, protección frente al daño oxidativo por derivados de la superóxido dismutasa, incremento del potencial antioxidante en carreras de larga distancia con vitaminas E y C, atenuación del estrés oxidativo por beta caroteno, disminución del daño oxidativo al ADN mediante vitaminas E y C o protección de la función pulmonar en ciclistas con vitamina E.

En cualquier caso hay que ser cuidadosos cuando se plantean la necesidad y las ventajas de la utilización de antioxidantes en el ejercicio. Según el principio de hormesis, un bajo grado de estrés oxidativo es necesario para una adaptación fisiológica. Así, una exposición repetida a un incremento de radicales libres originado por un entrenamiento físico produce una regulación a la alza de las defensas antioxidantes del organismo. En trabajos muy recientes se apunta la posibilidad de que la administración de antioxidantes (vitamina C, E, alopurinol), que interaccionan con los radicales de diferentes formas, puede, a través de la inhibición de la activación de NF- κ B y de las MAP quinasas, frenar la estimulación de la expresión génica de enzimas tales como la SOD. En consecuencia, se ha llegado a plantear que la suplementación con antioxidantes podría ser de interés en ejercicios exhaustivos que causan estrés oxidativo y daño muscular, pero que resultaría contraproducente durante periodos de entrenamiento.

Conclusión

En esta revisión, se destaca el daño que las especies reactivas de oxígeno pueden provocar en diferentes tejidos dependiendo del equilibrio existente con las defensas antioxidantes de que dispone el organismo. Cuando este equilibrio se pierde, ya sea por una producción excesiva de los radicales libres, el debilitamiento de los sistemas antioxidantes o por ambas causas, aparece el estrés oxidativo, situación que se presenta tanto en animales de experimentación como en deportistas en respuesta a ejercicios agudos y prolongados. El entrenamiento y la administración de moléculas antioxidantes pueden prevenir dichos efectos.

Bibliografía

Alonso-Chamorro M, Collado PS, González Gallego J. Melatonin inhibits the expression of the inducible isoform of nitric oxide synthase and nuclear factor kappa B activation in rat skeletal muscle. *Journal of Pineal Research*, 2006; 41:8-14.

Applegate E. Effective nutritional ergogenic aids. *International Journal of Sport Nutrition*, 1999; 9:229-39.

Bernardot D. *Nutrition for serious athletes*. Champaign: Human Kinetics. 2000.

González Gallego J, Sánchez Collado P, Mataix Verdu J. *Nutrición en el deporte. Ayudas ergogénicas y dopaje*. Madrid: Díaz de Santos. 2006.

Hollander J, Fiebig R, Gore M, Ookawara T, Ohno H, Ji LL. Superoxide dismutase gene expression is activated by a single bout of exercise in rat skeletal muscle. *Pflügers Archives*, 2001; 442:426-34.

Ji LL, Gómez Cabrera MC, Viña J. Role of nuclear factor κ B and mitogen-activated protein kinase signalling in exercise-induced antioxidant enzyme adaptation. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*, 2007; 32:930-5.

Mazepa R, Cuevas MJ, Collado PS, González Gallego J. Melatonin increases muscle and liver glycogen content in exercised rats. *Life Sciences*, 2000; 66:153-60.

Powers SK, Jackson MJ. Exercise-induced oxidative stress: cellular mechanisms and impact on muscle force production. *Physiological Reviews*, 2008; 88:1243-76.

Reiter RJ, Tan DX, Osuna C, Gitto E. Actions of melatonin in the reduction of oxidative stress. A review. *Journal of Biomedical Sciences*, 2000; 7:444-58.

Veneroso C, Tuñón MJ, González Gallego J, Collado PS. Melatonin reduces cardiac inflammatory injury induced by acute exercise. *Journal of Pineal Research*, 2009; 47:184-91.

Villa JG, Cordova A, González Gallego J, Garrido G, Villegas JA. *Nutrición del deportista*. Madrid: Gymnos. 2000.

Williams MH. *Nutrition for health, fitness and sport*. Nueva York: McGrawHill. 2001.

La dieta para una vida activa: concreción en el embarazo y lactancia

Dolores Silvestre Castelló

Profesora Adjunta de Nutrición y Bromatología. Departamento de Fisiología, Farmacología y Toxicología. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad CEU Cardenal Herrera. Moncada (Valencia).

Resumen

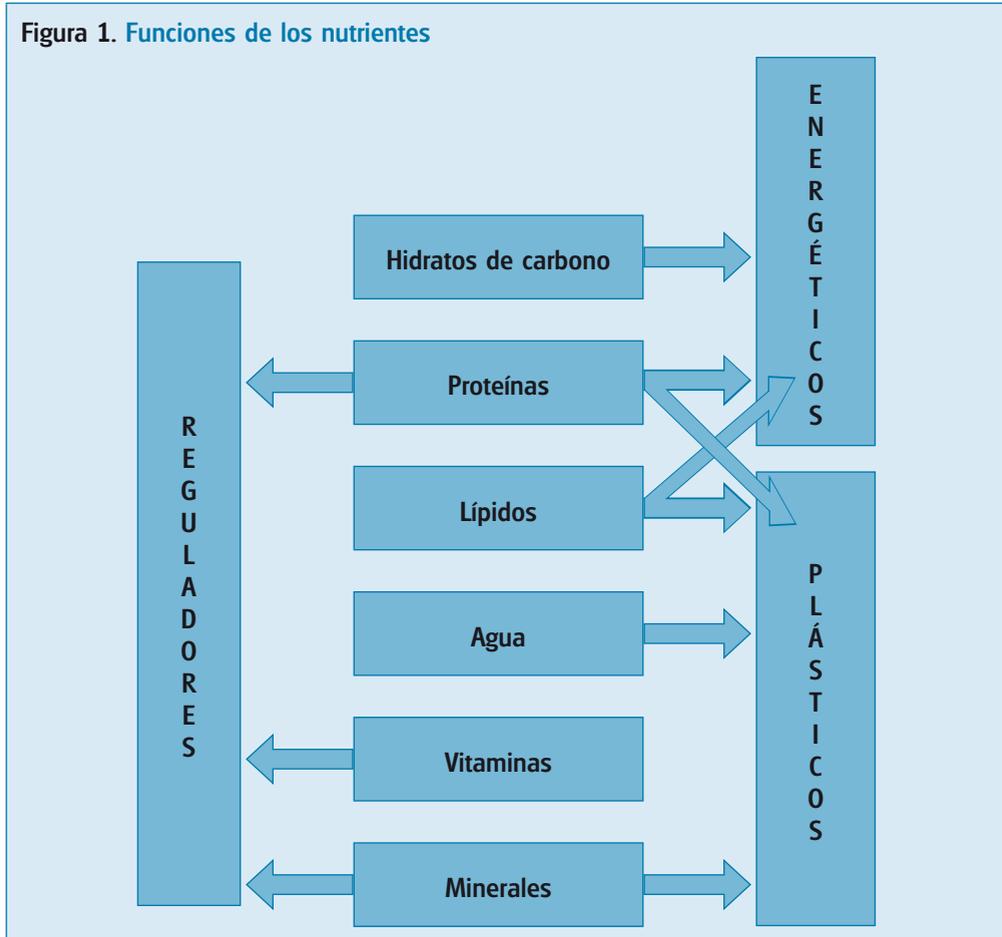
La dieta de un individuo o un colectivo está constituida por el conjunto de productos que integran, de modo habitual, su alimentación, incluyendo, así mismo, los métodos, recetas y hábitos empleados en su elaboración y consumo.

Existen múltiples dietas, tantas como culturas, costumbres, preferencias, posibilidades o elección. Sin embargo, no todas ellas van a satisfacer en igual grado el objetivo que las justifica. Así, el concepto de “dieta” abarca las pautas o guías que la alimentación del individuo o colectivo debe cumplir para procurar su bienestar físico y psíquico, es decir, para asegurar su óptimo estado de salud. Este objetivo general requiere una concreción a las necesidades específicas y propias de las diversas etapas fisiológicas de la vida, como la gestación o la lactancia, así como a los diferentes hábitos de vida, como es la actividad física de mayor o menor intensidad.

Es por ello que el desarrollo de este capítulo transcurre desde la generalidad de “la dieta sana para la vida” hacia las especificaciones de “la dieta para la vida activa” y la concreción de “la dieta en la gestación y la lactancia”.

Necesidades nutricionales para una vida sana

Con la ingesta de los alimentos, el organismo consigue los compuestos que precisa para cubrir sus necesidades. Como muestra la figura 1, las necesidades que el organismo debe cubrir a través de los componentes de los alimentos son: 1) necesidades energéticas: el aporte de sustratos cuya oxidación en las células libera energía útil para llevar a cabo los procesos que la requieran. Los productos químicos implicados en esta función se denominan *nutrientes energéticos* y son los hidratos de carbono, las proteínas y los lípidos; 2) necesidades plásticas: referidas a proporcionar los compuestos estructurales que sostienen el mantenimiento, la reparación y, en su caso, el crecimiento y desarrollo de órganos y sistemas. Los nutrientes plásticos o estructurales son principalmente: proteínas, agua, lípidos y algunos minerales; 3) necesidades reguladoras: corresponden al suministro de los compuestos químicos integrantes de enzimas, hormonas y neurotransmisores, como mecanismos fisiológicos de coordinación. Son nutrientes reguladores los minerales, las vitaminas y las proteínas.



A través de la digestión, el organismo procesa los alimentos ingeridos en la dieta descomponiéndolos en los nutrientes que los constituyen, para que puedan incorporarse al medio interno y llegar, a través de la circulación, a todas las células del organismo (1).

Diariamente el hombre necesita ingerir todos estos nutrientes, siendo objeto de la dieta proporcionar todos y cada uno de ellos en la cantidad adecuada, evitando tanto el exceso como el defecto que darían lugar a patologías tan comunes como diabetes, hipertensión arterial, hiperlipidemias, trastornos cardiovasculares, obesidad o cáncer.

Las pautas o guías respecto a la adecuada ingesta de los nutrientes se basan en amplios y complejos estudios clínicos, experimentales y epidemiológicos y vienen dadas como *recomendaciones nutricionales*. Se establecen según los múltiples factores que las condicionan: altura, peso, sexo, situación fisiológica, actividad física, etc. (2) y debido a la heterogeneidad entre individuos, cuando es oportuno, se adaptan a las necesidades concretas de cada caso y cada colectivo.

Los criterios que fijan las recomendaciones nutricionales diarias se pueden agrupar en tres bloques:

1. Necesidades energéticas totales.
2. Aporte de nutrientes destinados a cubrir las necesidades de energía.
3. Aporte de nutrientes no energéticos, pero a su vez esenciales, conocidas como CDR (*Cantidad Diaria Recomendada*).

Cálculo de las necesidades energéticas de la dieta

La adecuada ingesta diaria de energía debe ser la cantidad necesaria para mantener los procesos energéticamente desfavorables que constituyen la vida de los seres vivos, que son la mayor parte.

Algunos de ellos son indispensables para la vida y se desarrollan de forma inconsciente e involuntaria; la energía que se destina a cubrirlos y asegurarlos se denomina Metabolismo Basal (MB) o Gasto Energético en Reposo (GER) (3). Satisface el gasto energético del organismo en reposo e incluye las necesidades del cerebro, hígado, intestino, sistema cardiaco y sistema renal, entre otros. Varía entre individuos según el sexo, la edad, la composición corporal y los factores genéticos, siendo constante para cada persona. Se puede calcular a través de varias fórmulas, entre ellas la ecuación de Harris Benedict:

– Hombre: $MB \text{ (kcal/día)} = 66,4730 + (13,7516 \times \text{Peso}_{\text{kg}}) + (5,0033 \times \text{Talla}_{\text{cm}}) - (6,7550 \times \text{Edad}_{\text{años}})$.

– Mujer: $MB \text{ (kcal/día)} = 655,0955 + (9,5634 \times \text{Peso}_{\text{kg}}) + (1,8496 \times \text{Talla}_{\text{cm}}) - (4,6756 \times \text{Edad}_{\text{años}})$.

Las necesidades energéticas totales se incrementan con otras dos partidas: a) *efecto térmico de los alimentos* (pequeña cantidad destinada al aprovechamiento de los alimentos) y; b) *gasto energético por actividad voluntaria*. Este componente corresponde al incremento de energía sobre el MB que conlleva cualquier actividad que el individuo realice más allá del reposo. Es el componente de mayor interés para el tema que nos ocupa, dado su carácter voluntario y su alta y variable contribución a las demandas energéticas de la dieta, pudiendo llegar a representar del 20 al 60% del gasto energético total, además de los beneficios que su incremento entraña para la salud a diversos niveles.

La determinación del gasto energético total (GET) se calcula a partir del MB, multiplicado por un factor correspondiente a cada actividad realizada y teniendo en cuenta la duración de las distintas actividades a lo largo del día. En la tabla 1 se indica el coeficiente correspondiente a las diversas actividades agrupadas por aproximación. Dada la estrecha relación de esta partida con la vida activa, sobre este punto se profundizará en apartados posteriores.

Caso práctico: a modo de ejemplo, el cálculo del aporte energético ideal para la dieta de una estudiante de 21 años, con medidas de 58 kg de peso y 164 cm de talla sería:

– Metabolismo Basal (según la ecuación de Harris Benedict) = 1.415 kcal.

Como estudiante, según el valor indicado en la tabla 1, se le asigna un coeficiente de actividad medio para todo el día de 1,5:

– GET = MB x 1,5 = 2.120 kcal/día.

Así, el valor calórico de su dieta deber ser de 2.100 kcal, aproximadamente.

A su vez, es posible calcular el consumo energético para cada una de las actividades realizadas por la estudiante de forma independiente. Por ejemplo, el coste energético que le conlleva realizar footing durante una hora es: el MB correspondiente a 1 hora (1.415 kcal/24) = 59 kcal/hora; multiplicarlo por el coeficiente de dicha actividad (según la tabla 1, en esta caso 5), así correr durante una hora consume 295 kcal.

Si en lugar de footing, la estudiante destina esa hora a leer el periódico (de coeficiente de actividad 1,5), el consumo gasto de energía se reduce a 90 kcal.

Cálculo del aporte de nutrientes energéticos

Los alimentos van a proporcionar energía en base a su composición en los nutrientes energéticos: hidratos de carbono, lípidos y proteínas, siendo la capacidad energética de cada uno de ellos la siguiente: hidratos de carbono 4 kcal/g; proteínas 4 kcal/g y lípidos 9 kcal/g.

La contribución óptima de cada uno de estos nutrientes a la dieta no es libre, la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria recomienda el siguiente reparto (5): los hidratos de carbono deben proporcionar el 55-60% de la energía total, la participación adecuada de los lípidos es del 30% de la E_{total} y las proteínas el 10-15% de la E_{total} . Debido a la función plástica de las proteínas, su recomendación también se establece en relación al peso corporal (0,8 g de proteínas por kg de peso corporal al día).

Caso práctico: siguiendo con el ejemplo anterior, la dieta equilibrada para la estudiante será aquella que le proporcione, aproximadamente, 290-320 g de HC, 55-80 g de proteínas y 70 g de lípidos.

Cálculo del aporte de nutrientes esenciales

Las vitaminas y los minerales son nutrientes esenciales, no sintetizables por el organismo, que necesariamente se deben aportar a través de los alimentos. Ellos son, precisamente, los que necesitamos en menor cantidad (del orden de miligramos o microgramos al día) y sin embargo son los responsables de buena parte de las patologías nutricionales en los países desarrollados (osteoporosis y descalcificaciones, anemia, anorexia, enfermedades de la piel, espina bífida, bocio...). Todos ellos son nutrientes reguladores y en algunos casos plásticos, ninguno energético, por ello sus requerimientos no se ven alterados con el contenido energético de la dieta.

Tabla 1. Consumo calórico aproximado para varias actividades en relación con las necesidades basales, valores para hombres y mujeres de talla media* (4)

CATEGORÍA DE LA ACTIVIDAD	GASTO ENERGÉTICO TOTAL
Reposo.	GER x 1,0
Muy ligeras: escribir, conducir, planchar, tocar un instrumento, cocinar, estudiar.	GER x 1,5
Ligera: caminar, cuidar niños, vela, limpieza, reparaciones.	GER x 2,5
Moderada: caminar con alta velocidad, cavar, transportar carga, bicicleta, tenis, baile.	GER x 5,0
Intensa: transportar carga cuesta arriba, cavar con fuerza, baloncesto, fútbol, escalada...	GER x 7

GER: gasto energético en reposo.

*Tomado de: Raciones dietéticas recomendadas. Edición española (1991).

Las recomendaciones de los nutrientes esenciales se conocen como CDR o DRI (Ingestas Recomendadas o Cantidades Diarias Recomendadas) (6, 7) y se establecen para diversos colectivos agrupados en función de la edad, sexo, peso y otras características fisiológicas. Dado que las necesidades son mayores en etapas de crecimiento como infancia, adolescencia, gestación y lactancia, las CDR se pautan específicamente para estos subgrupos de población.

Se debe destacar que en todos los casos están establecidas para individuos con actividad media, sin distinciones en el grado de actividad realizado, ni siquiera para deportistas.

Otros objetivos nutricionales

Algunos aspectos sobre ingesta de nutrientes no recogidos en las guías anteriores se incluyen como objetivos nutricionales fijados por la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria y recogidos a continuación (2, 8):

- Fibra dietética: se aconseja consumir diariamente entre 25-30 g, incluyendo tanto fibra soluble como insoluble.
- Colesterol: es aconsejable la reducción habitual de su ingesta hasta valores inferiores a 300 mg/día.
- Agua: aunque el agua se excluye a menudo de las listas de nutrientes, es un componente esencial para la vida. El aporte de agua es la necesidad nutricional a cubrir con más frecuencia y en mayor cantidad. La Sociedad Española de Nutrición Comunitaria corrobora la recomendación establecida para su consumo dada por el organismo norteamericano *Nacional Research Council*

(9, 10) y recomienda la ingesta de 1 ml/kcal para adultos, aumentando en la infancia a 1,5 ml/kcal. Un adulto sano con actividad física moderada debe ingerir, al menos, dos litros de agua diarios a través de sus diversas fuentes dietéticas.

Todos estos objetivos nutricionales destinados a la población sana son la base de apoyo para las especificaciones dirigidas a situaciones especiales tales como individuos de mayor actividad, mujeres gestantes y lactantes. A fin de facilitar su seguimiento y hacerlos accesibles a la población a la que se dirigen, se concretan en pautas específicas con las siguientes referencias:

1. Mantener el peso adecuado.
2. Moderar el consumo de grasas.
3. Aumentar el consumo de cereales y productos integrales.
4. Aumentar el consumo de frutas y hortalizas.
5. Moderar el consumo de alcohol y sal.
6. Realizar diariamente ejercicio físico moderado.

Adecuación de la dieta a la vida activa

La actividad física es un comportamiento complejo y difícil de definir. Engloba desde actividades de baja intensidad, como bajar escaleras, jugar o pasear, hasta otras más extenuantes como realizar algún deporte (11).

Según la definición de Carpensen (12), la actividad física implica todo movimiento corporal capaz de producir un gasto energético por encima del metabolismo basal. Incluida en esta definición, el ejercicio físico es una subcategoría de la actividad física, realizada de forma voluntaria y pautada con la finalidad de lograr mayor bienestar. Ambas son compatibles y aconsejables en el transcurrir de una vida sana y tanto en uno como en otro caso, las modificaciones dietéticas que van a requerir van a depender de la intensidad y duración con que se realicen.

Gasto energético y nutrientes energéticos en la dieta para la vida activa

Como se ha visto anteriormente, a medida que se ejecutan las diferentes actividades físicas se va incrementando el gasto energético sobre el MB, tanto más según el tipo e intensidad de la actividad y el tiempo empleado. A pesar de que el mínimo deseable con fin saludable es consumir por actividad física al menos 1.000 kcal semanales (13), el objetivo a incorporar en los hábitos para una vida sana es incrementar esta partida energética con actuaciones rutinarias que, como alternativa a otras, requieran el esfuerzo muscular con gasto energético superior y ayuden en la prevención del sobrepeso y la obesidad.

Si se analizan las actividades que se incluyen en la rutina de un día laborable se observa que la mayor parte de las horas se invierten en acciones "de obligado cumplimiento", actividades que no

presentan posible alternativa en cuanto al consumo de energía. Estas actividades incluyen: dormir, aseo personal y de la casa, comprar y cocinar, ingesta de alimentos, actividad profesional. En todo ello se invierte, por término medio, unas 20-22 horas al día y globalmente pueden requerir, en el caso de una estudiante universitaria de constitución media, unas 1.600 kcal. Las escasas horas restantes son el tiempo que se destina voluntariamente a unas actividades u otras. La elección realizada por cada individuo define sus hábitos de vida. Subir las escaleras en lugar de emplear el ascensor, desplazarse andando o en bici, fregar a mano, pasear al perro, incorporar un rato de ejercicio físico (footing, nadar, gimnasia...), son decisiones que pueden incrementar fácilmente entre 500 ó 1.000 kcal, respecto a otras actividades alternativas. Estas diferencias energéticas determinan, a su vez, cambios en las ingestas óptimas de los nutrientes.

El aumento, por ejemplo, de 800 kcal diarias modifica las exigencias dietéticas tal y como se analiza en la tabla 2, de forma que las necesidades de los nutrientes energéticos aumentan proporcionalmente al incremento de energía.

Hidratos de carbono: la glucosa es la principal fuente energética para el músculo (14), así como para las células del sistema nervioso. Su disponibilidad debe estar asegurada a través de la degradación de ácidos grasos, de aminoácidos glucogénicos y a través de su presencia en los alimentos. Según la intensidad y duración del ejercicio la glucosa disponible en plasma se agotará con mayor o menor celeridad y, con ello, vendrán condicionadas las necesidades en cuanto a su aporte dietético. La elección de la fuente alimentaria permitirá un acceso rápido de glucosa a sangre en el caso de alimentos dulces con alto contenido en hidratos de carbono de absorción rápida, o proporcionarán un aporte de glucosa pausado y con retardo en el tiempo, si se consumen fuentes de hidratos de carbono de absorción lenta como cereales, legumbres o tubérculos. En el caso de una persona con actividad media, la cantidad de hidratos de carbono adecuada (tabla 2) se consigue con la ingesta de 4-5 raciones diarias de estos alimentos, recomendando la selección entre los del segundo grupo con el fin de evitar los picos de glucemia en sangre.

Lípidos: la cantidad mínima de grasa capaz de cubrir las necesidades del organismo es muy baja, en torno a un 15% de la energía total, cuidando el aporte de ácidos grasos esenciales: ácido

Tabla 2. Contenido óptimo de nutrientes energéticos para dietas correspondientes a vida sedentaria, activa y muy activa (valores aproximados)

	ENERGÍA EN LA DIETA	HIDRATOS DE CARBONO (60% E _{total})	LÍPIDOS (30% E _{total})	PROTEÍNAS (10% E _{total})
Vida sedentaria	1.800 kcal	270 g	60 g	50 g
Vida activa	2.500 kcal	370 g	80 g	65 g
Vida muy activa	3.000 kcal	450 g	100 g	75 g

linoleico y ácido alfa-linolénico y procurando mantener la presencia de ácido oleico dado su efecto saludable. A pesar de este valor suficiente, las guías alimentarias asumen ingestas de grasa en la dieta en torno al 30% de la energía total, hasta 35% si se consume aceite de oliva. No hay una norma establecida de suplemento de grasa con el ejercicio, ni siquiera con la realización de trabajos físicos pesados o actividades deportivas, ya que las reservas de tejido adiposo son suficientes para compensar cualquier pico de necesidad. Sin embargo, el incremento de actividad diaria permite mayor aporte de grasa, proporcional a este valor calórico, aunque es importante remarcar que esta permisión no implica una recomendación. Con la realización de actividad física, es aceptable el consumo de 4-5 raciones diarias de aceite vegetal, mejor si se elige aceite de oliva, lo que permite acceder a sus beneficios sin riesgo de excederse en el aporte de energía.

Proteínas: no hay datos que justifiquen que el aumento de proteínas en la dieta mejore la potencia y rendimiento del ejercicio físico (13). Las necesidades proteicas van a verse modificadas en función del gasto energético, manteniéndose la contribución en torno al 10-15% de la energía total. Tal como muestra la tabla 2, entre un consumo energético propio de los hábitos sedentarios y otros muy activos, la cantidad óptima de ingesta varía poco, entre 50 y 75 g. Dos raciones diarias cubren las necesidades medias, procurando la alternancia entre carnes magras, pescados y huevos.

Nutrientes esenciales en la dieta para la vida activa

Las especificaciones en las CDR para grupos vulnerables no contemplan el mayor grado de actividad, ni siquiera para los deportistas profesionales, destinándoles los valores propios de la población que les corresponda. Por lo general, si la dieta es variada y suficiente respecto a las necesidades energéticas, se cubrirán también las de vitaminas y minerales. La suplementación farmacológica sólo es oportuna en situaciones de desnutrición o déficit vitamínico, consecuencia de una dieta inadecuada o un trastorno metabólico. No obstante, es destacable el interés en asegurar el aporte de estos micronutrientes, especialmente de aquellos que actúan directamente en la función muscular o el aprovechamiento energético en las células y por ello implicados en el desarrollo de la actividad física. El hierro, el calcio, el magnesio y las vitaminas del grupo B, coenzimas activos en el metabolismo energético, son nutrientes de riesgo en dietas restrictivas e insuficientes. Para evitar su carencia debe incluirse como consumo diario sus principales fuentes dietéticas: productos lácteos, proteicos, frutas y hortalizas, en el número de raciones sugerido por la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria para la población (figura 2).

Merecen especial atención los micronutrientes de acción antioxidante: selenio, cobre, vitaminas C, E y A, dado que la actividad física y el ejercicio aumentan los procesos oxidativos en las células e incrementan la formación de radicales libres, responsables del desarrollo del envejecimiento celular y enfermedades relacionadas. Para ello es aconsejable cuidar la presencia en la dieta de compuestos antioxidantes: carotenoides, flavonoides y vitaminas antioxidantes, abundantes en

frutas y hortalizas coloreadas. Sus beneficios se alcanzan con el consumo diario de 2-3 raciones de hortalizas y, al menos, tres raciones de fruta, procurando la elección de cítricos.

Agua en la dieta para la vida activa

Entre las funciones vitales del agua destaca su papel en la termorregulación. Mediante la evaporación de agua corporal, el organismo intercambia calor con el exterior manteniendo su temperatura sin cambios, que podrían llegar a ser letales. Esta función es de gran importancia durante la realización de actividad física de cierta intensidad que aumenta la temperatura corporal, especialmente si se realiza en ambientes cálidos. Dado que el contenido de agua en el organismo debe ser constante y que viene determinado por el equilibrio entre el ingreso de agua (bebida, alimentos, agua metabólica) y la pérdida de agua (respiración, heces, transpiración, orina y sudoración), las situaciones que aumentan su pérdida por producción de sudor requieren aumentar la ingesta de forma paralela, a fin de mantener los niveles constantes y evitar la deshidratación. Las recomendaciones de agua se pautan en función del aporte energético, del orden de 1-1,5 ml/kcal, a mayor actividad y mayor contenido energético de la dieta, mayor cantidad de agua a ingerir. Así, entre vida sedentaria y vida de mayor actividad la ingesta de agua varía, aproximadamente, entre 1.500

Figura 2. Pirámide de la Alimentación Saludable. Guías alimentarias para la población española. SENC 2001



y 3.000 ml. El aporte de agua es uno de los principales cuidados nutricionales que debe seguirse cuando se realiza actividad, tanto más cuanto mayor sea su intensidad.

Modificaciones nutricionales para la gestación y la lactancia

La especificación de las pautas dietéticas para la mujer gestante o lactante debe contemplar los requerimientos especiales en estas etapas fisiológicas respecto a la mujer de igual edad y las mismas condiciones en etapa no reproductiva. Su objetivo es establecer las cantidades extra de nutrientes que es necesario añadir a las propias de la alimentación en etapas anteriores a fin de satisfacer los requerimientos del ciclo reproductivo en el que se encuentra.

La dieta de la mujer gestante y lactante debe ser capaz de proporcionar los nutrientes que aseguren el óptimo crecimiento y el mantenimiento funcional del feto, la placenta, el organismo materno y la producción láctea, en cada caso. Pero además, las pautas dietéticas a seguir deben procurar paliar, en lo posible, el malestar y los síntomas propios de estas etapas como náuseas, vómitos, retención de líquidos, pirosis o estreñimiento, entre otros.

Al establecer las demandas específicas de nutrientes esenciales en la gestación y lactancia, debe considerarse el mayor aprovechamiento de los nutrientes de la dieta como efecto de la adaptación por los mecanismos de regulación homeostática que presenta la mujer en estos estados. Por ello, la mujer sana con estado nutricional adecuado requiere pequeñas variaciones dietéticas de vitaminas y minerales, que se cubren con facilidad a través de una dieta equilibrada. Sin embargo, el riesgo nutricional es consecuencia de la posible desnutrición de mujeres en edad fértil, situación grave para hacer frente a la etapa reproductiva de gestación y lactancia (15).

Si al considerar el aumento de actividad se deben introducir las modificaciones dietéticas que afectan especialmente al aporte y el aprovechamiento de la energía, los cambios nutricionales que conllevan las etapas de gestación y lactancia vienen determinados por un aumento simultáneo de las necesidades energéticas, las plásticas y también las reguladoras. En la figura 3 se muestran las ingestas recomendadas de energía y nutrientes para la mujer gestante y lactante, pudiendo contrastar los valores en relación a los valores para etapas previas (16).

El crecimiento fetal y los cambios en el organismo materno, así como el aumento del metabolismo basal, requieren un incremento en el aporte energético del orden de 300 kcal/día, respecto a las necesidades previas al embarazo, que debe iniciarse en el segundo trimestre de gestación. Este incremento es superior durante la lactancia, siendo el coste estimado para la producción diaria de unos 750 ml de leche de 500 kcal. El aporte suplementario de energía, en ambos casos, modifica levemente el contenido óptimo de nutrientes energéticos y es fácil asegurarlo con el mayor aumento de ingesta propio de estas etapas.

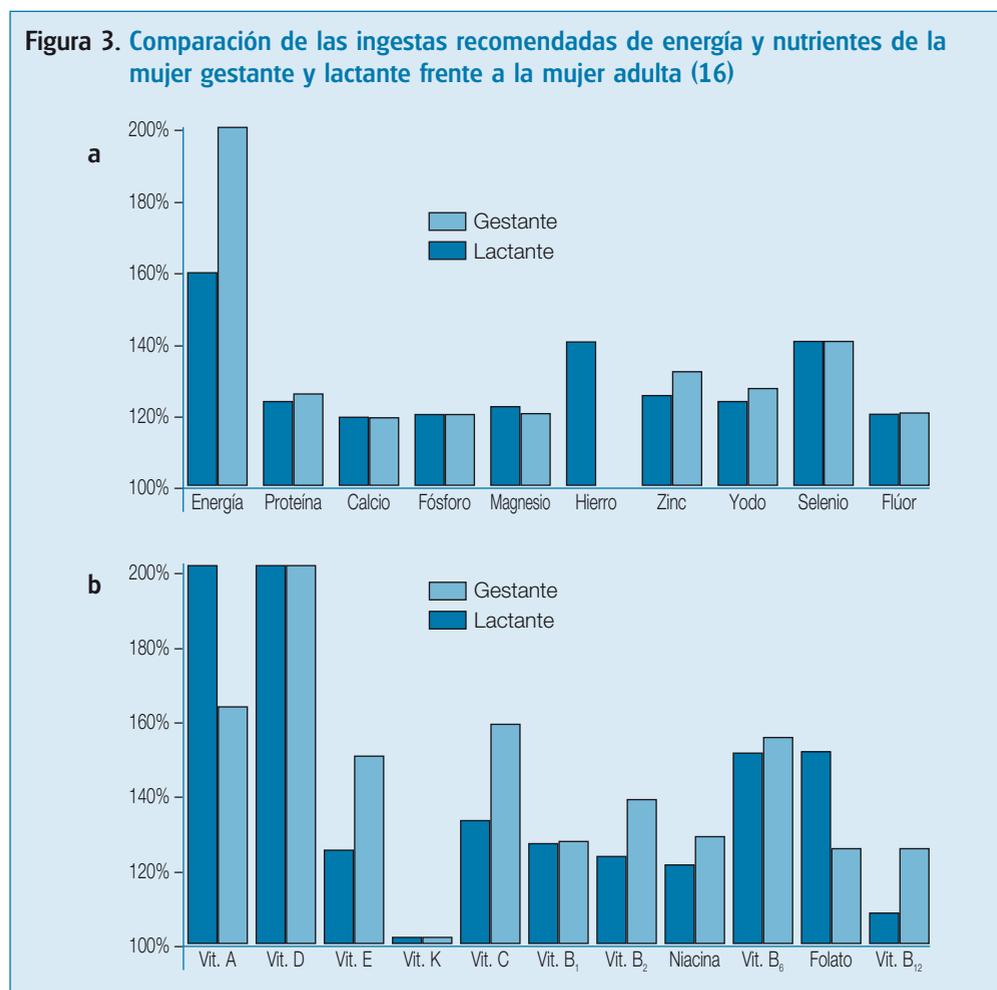
De forma específica, dada la función estructural de las proteínas, en la gestación hay un especial aumento de sus necesidades a fin de cubrir la síntesis de tejidos maternos y fetales, que se van a mantener en la lactancia. Sin embargo, no se conoce con seguridad el valor exacto de este

requerimiento ya que en estas etapas, junto con el requerimiento, aumenta el aprovechamiento proteico de la dieta. El incremento del aporte de proteínas debe incluirse de forma moderada hasta unos 60 g/día durante el segundo y el tercer trimestre.

Para conseguir ambos objetivos, el aporte extra de energía debe procurarse a expensas de alimentos proteicos poco grasos y ricos en calcio, hierro y minerales, tales como pescado, carnes magras y huevos, que aportan proteínas de alto valor biológico y contribuyen al aporte de hierro y vitamina B₁₂, incluyendo regularmente legumbres, cereales y frutos secos, que complementados entre sí aportan proteínas de calidad y aseguran la ingesta de fibra.

Dado el tema objeto del presente capítulo, es interesante resaltar la situación real para la mayor parte de mujeres embarazadas, las cuales desde el inicio de su gestación tienden a disminuir la actividad física voluntaria, tanto más cuanto más avanzado sea su estado. El aumento de peso y

Figura 3. Comparación de las ingestas recomendadas de energía y nutrientes de la mujer gestante y lactante frente a la mujer adulta (16)



volumen, la retención de líquidos, entre otras causas, llevan a una vida especialmente sedentaria, de forma que el gasto de energía diario se mantiene similar, e incluso inferior, al correspondiente previo al embarazo con el consiguiente riesgo de un aumento excesivo de peso, que a su vez redundará en esta desfavorable situación.

Así, durante la gestación y la lactancia es importante procurar una vida activa, con rutinas que conlleven gasto energético y contribuyan a aumentar las necesidades calóricas de la dieta, permitiendo un mayor consumo de alimentos capaz de cubrir las necesidades nutricionales esenciales sin riesgo de desencadenar sobrepeso, perjudicial para la salud tanto de la madre como del hijo. Además de este interés dietético, la actividad física proporciona bienestar físico y psíquico, deseables en estas etapas de mayor vulnerabilidad y ayuda en el tratamiento sintomático de estreñimiento, calambres, aumento de tensión arterial y otras situaciones propias.

De forma ajena a las demandas energéticas, en la figura 3 puede consultarse el incremento de las recomendaciones de vitaminas y minerales durante estas etapas.

Por último, es importante tener en consideración el aumento en la necesidad de ingerir líquidos, especialmente durante la lactancia, dado el contenido de agua en leche, teniendo en cuenta que algunas circunstancias adicionales como altas temperaturas o realización de actividad física incrementan las necesidades hídricas antes, incluso, de que se manifieste la sensación de sed.

Los beneficios que procura una vida activa, incluyendo en la rutina diaria actividades con gasto energético, se muestran en todas las etapas de la vida, y son especialmente deseables en los momentos de mayor vulnerabilidad, como la gestación y la lactancia. Sus consecuencias a nivel dietético son igualmente beneficiosas, dado que permite acceder a los componentes esenciales de los alimentos evitando el riesgo de un exceso en la ingesta energética, causa de numerosas patologías características de nuestra sociedad.

Bibliografía

1. González J, Sánchez P, Matiz J. *Nutrientes y Alimentos. Nutrición en el Deporte: ayudas ergogénicas y dopaje*. Ediciones Díaz de Santos. España. 2006.
2. González J, Sánchez P, Matiz J. *Recomendaciones Nutricionales*. En: *Nutrición en el Deporte: ayudas ergogénicas y dopaje*. Ediciones Díaz de Santos. España. 2006.
3. Martínez JA. *Balance energético: peso y composición corporal*. En: *Fundamentos teórico-prácticos de nutrición y dietética*. Ed. MacGraw-Hill Interamericana. Madrid. 1999.
4. Mataix J. *Nutrición: concepto y objetivos*. En: *Nutrición para educadores*. 2ª ed. Ed. Díaz de Santos. España. 2005.
5. *Sociedad Española de Nutrición Comunitaria. Guías alimentarias para la población española*. SENC. Madrid. 2001.

6. González-Gross M, Joyanes M, Barrios L, Pietrzik K, Marcos A. La aplicación de las nuevas DRI (Dietary Referente Intakes) en la evaluación de la ingesta de nutrientes en grupos de población. *Nutrición Clínica*. Vol XXIII, pp. 146-52. 2003.
7. Dietary Referente Intakes. www.nap.edu (acceso junio 2009).
8. Organización Mundial de la Salud. Comité de Expertos. Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas. Serie informes técnicos nº 797. Ginebra: OMS. 1990.
9. Miján de la Torre A, Pérez A, Martín de la Torre E. Necesidades de agua y electrolitos. En: *Guías alimentarias de la población española*. SENC. Madrid. 2001.
10. National Research Council. *Recommended Dietary Allowances*. 10th ed. National Academy Press. Washington DC. 1989.
11. Román B, Serra LI, Aranceta J, Ribas L, Pérez C. Actividad física, ejercicio físico y deporte: conceptos e implicaciones en el gasto energético total del individuo. En: *Actividad física y salud*. (Estudio enKid). Sera LI, Román B, Aranceta J eds. Ed. Masson. Barcelona. 2006.
12. Caspersen C, Powell K, Christenson G. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Pub Health Rep*. Vol. 100. pp. 123-31. 1985.
13. Palacios N. Actividad física, hidratación y sales minerales. Consejo Superior de Deportes, en col. de Coca-Cola. Madrid. 2006.
14. Mahan L, Escote-Stump S. Carbohidratos. En: *Nutrición y dietoterapia de Krause*. 9ª ed. McGraw-Hill. México. 1998.
15. Cervera P, Fernández-Ballart J. Alimentación, embarazo y lactancia. En: *Guías alimentarias para la población española*. Sociedad Española de Nutrición Comunitaria. Madrid. 2001.
16. Mataix J. Nutrición en situaciones fisiológicas II. En: *Nutrición para educadores*. 2ª ed. Ed. Díaz de Santos. España. 2005.

Beneficios de la actividad física en la infancia y adolescencia

Óscar Luis Veiga Núñez* y David Martínez Gómez**

*Profesor Colaborador. Departamento de Educación, Deporte y Motricidad Humana. Facultad de Formación del Profesorado y Educación, Universidad Autónoma de Madrid.

**Investigador en Formación. Grupo de Inmunonutrición. Departamento de Metabolismo y Nutrición. Instituto del Frío. ITAN, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Resumen

A lo largo del presente capítulo se revisan, en primer lugar, algunos conceptos y definiciones relacionadas con la actividad física y los modelos teóricos sobre las relaciones entre la actividad física y la salud, sustrato conceptual básico para interpretar correctamente la información proveniente de la investigación. A continuación se describen los efectos documentados de la actividad física sobre la salud en sus dimensiones física, psicológica y psicosocial en la población infantil y adolescente. Así, se describen los efectos de la actividad física sobre los factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares y metabólicas, la condición física, la obesidad, el asma, el crecimiento óseo y la salud músculo-esquelética. Igualmente se revisan sus efectos sobre trastornos psicológicos como la ansiedad y la depresión, así como sobre el autoconcepto personal. En el ámbito psicosocial se revisan los aspectos relacionados con el rendimiento académico y el desarrollo moral. Por último, se trata el estado actual de las recomendaciones sobre actividad física para este grupo poblacional, desde una breve perspectiva histórica hasta las tendencias actuales sobre esta cuestión.

Marco conceptual de la actividad física y otros términos afines

En la actualidad existe aún una cierta confusión terminológica en relación a diversos conceptos relacionados con la actividad física. El objetivo de este apartado es clarificar estos conceptos para una mejor comprensión de las ideas y contenidos que se exponen más adelante. La mayor parte de las conceptualizaciones han sido consensuadas internacionalmente y provienen de la necesidad de clarificación teórica y terminológica para la interpretación correcta de los resultados de la investigación.

Así, la actividad física se define “como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos del que resulta un incremento sustancial del gasto energético en reposo” (1). Esta definición comprende cualquier tipo de actividad física, tanto laboral como de ocio. Por su parte, ejercicio se define como una clase específica de “actividad física planeada, estructurada, con repetición de movimientos corporales hecha con el objetivo de mejorar o mantener uno o más de los componentes de la condición física” (1).

Otro concepto, relacionado con los anteriores es el concepto de deporte. Sin embargo, la palabra deporte posee significados diferentes según el contexto cultural en el que se usa. Así, en los países de habla anglosajona hace referencia a la práctica deportiva competitiva y estructurada. En cambio, en muchos países de Europa se encuentra más asociada a lo que se ha venido en denominar “deporte para todos” (2). Por otro lado, en el contexto cultural español a menudo se usa con ambos significados.

La actividad física suele clasificarse en función de su intensidad, clasificación que resulta de interés por los efectos fisiológicos diferenciados. Así, la actividad física vigorosa es “aquella que tiene la capacidad de servir de estímulo para incrementar la capacidad funcional de una persona media, produciendo procesos de adaptación y entrenamiento”. En adultos suele considerarse actividad física vigorosa aquella cuya intensidad es mayor a 6 equivalentes metabólicos de gasto energético en reposo (METs), 7 kcal/min o el 60% la capacidad máxima de utilización de oxígeno ($VO_{2\max}$). Por su parte, la actividad física moderada es “aquella cuya intensidad está por debajo de ese umbral capaz de producir fenómenos de entrenamiento y se encuentra entre los 3 y 6 METs”.

Otro concepto relevante en relación a la temática abordada es el de **condición física**, que clásicamente se ha entendido como la capacidad de realizar trabajo muscular satisfactoriamente. Sin embargo, ese concepto tan restringido se ha ampliado para reconocer sus vínculos con la salud, de modo que actualmente se distingue entre dos tipos. La condición física orientada al rendimiento hace referencia a la capacidad de rendir en el deporte, el trabajo o pruebas de capacidad física y puede definirse como el “conjunto de atributos que las personas tienen o logran relacionados con su capacidad para desarrollar esfuerzo físico”. Por su parte, la condición física orientada a la salud hace referencia a los componentes de la condición física que tienen relación con una buena salud, y se define como un “estado caracterizado por la capacidad de realizar las actividades de la vida diaria con vigor y la demostración de rasgos y capacidades que están asociadas con un bajo riesgo de desarrollo prematuro de condiciones y enfermedades hipocinéticas” (1).

Paradigmas de relaciones entre actividad física, condición física y salud

Otra cuestión de extrema relevancia es la que deriva de lo que se denominan paradigmas de relaciones entre actividad física y salud, que han variado en las últimas décadas, cambiando drásticamente la forma de conceptualizar cómo la actividad física es capaz de producir efectos sobre la salud. Así, durante mucho tiempo se asumió que los efectos beneficiosos de la actividad física sobre la salud se producían sólo en la medida en que la actividad física contribuía a mejorar la condición física. En la actualidad se sabe que tal idea es errónea y que la actividad física regular de intensidad moderada posee efectos positivos sobre la salud aunque ésta no sea capaz de producir mejoras apreciables en la condición física, lo que ha dado lugar a una nueva interpretación de las relaciones entre actividad física, condición física y salud (figura 1). Esto significa, en términos prácticos, que no es necesario que niños y adolescentes realicen actividades físicas de elevada intensidad para que de ello se deriven beneficios para la salud.

Finalmente, en la actualidad se sabe que la actividad física muestra una relación dosis-respuesta respecto a los beneficios sobre la salud, esto es, los beneficios obtenidos para la salud (“respuesta”) se incrementan según aumenta la cantidad de actividad física realizada (“dosis”), si bien siguiendo un modelo de beneficios decrecientes y hasta llegar a un punto en que mayores cantidades de actividad física no seguirían contribuyendo a una mejora de la salud, pudiendo incluso llegar a deteriorarla (3). De ello se deduce que, en términos generales, cuanto mayor cantidad de actividad física realicen niños y adolescentes mayores serán los beneficios que obtendrán para su salud, siempre que no se lleguen a niveles exhaustivos de entrenamiento.

Figura 1. Paradigma clásico de relaciones entre actividad física, condición física y salud



Figura 2. Nuevo paradigma de relaciones entre actividad física, condición física y salud

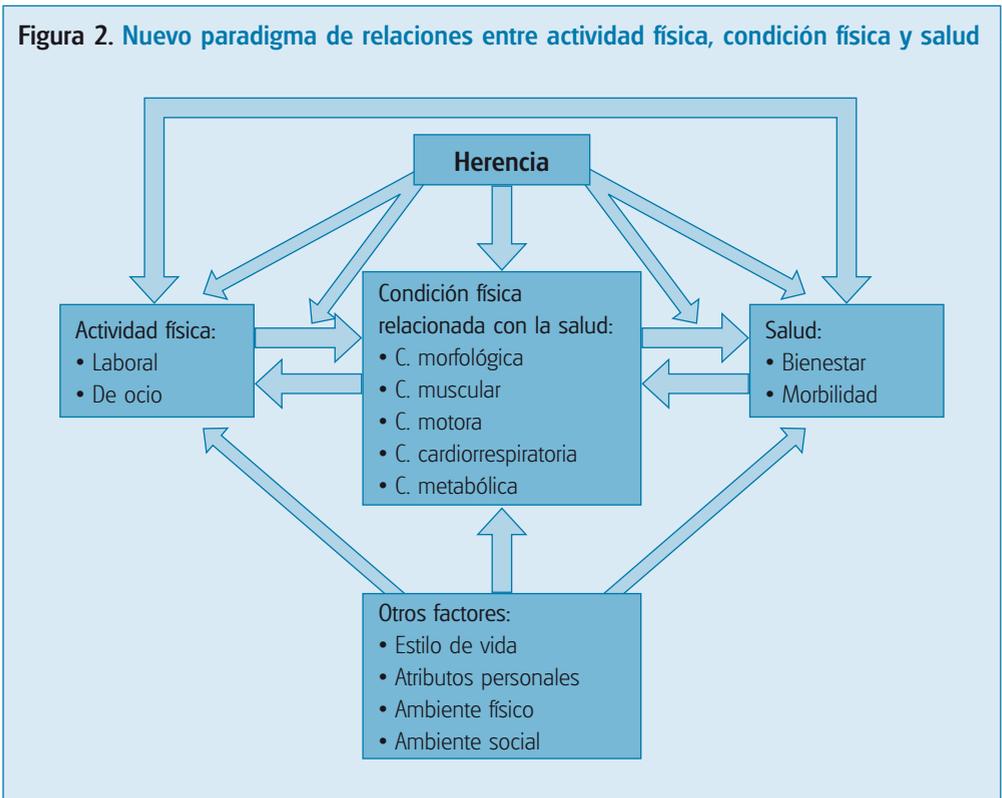


Figura 3. Modelo hipotético de relaciones dosis-respuesta entre actividad física y salud



Beneficios de la actividad física sobre la salud en niños y adolescentes

Para interpretar correctamente los potenciales beneficios de la actividad física durante la infancia sobre la salud, se deben tener en cuenta tres líneas de interacción:

1. En primer lugar, la actividad física tiene un impacto directo sobre la salud infantil, relacionado con sus efectos beneficiosos sobre los procesos de crecimiento y desarrollo, así como sobre su capacidad para prevenir el desarrollo temprano de factores de riesgo de enfermedad.
2. Un mejor estado de salud en la infancia como consecuencia de la práctica regular de actividad física producirá un efecto de transferencia a la edad adulta, ya que se sabe que muchos de los principales factores de riesgo para la salud comienzan a desarrollarse a edades tempranas y tienden "transmitirse" a la edad adulta (fenómeno de *tracking*).
3. Por último, se sabe que si un sujeto es activo durante la infancia resultará más probable que sea activo durante la edad adulta, lo que a su vez producirá un efecto positivo sobre el estado de salud en la edad adulta.

Figura 4. Relaciones entre la actividad física y la salud en la infancia y en la edad adulta



Síntesis de conocimiento de los beneficios sobre la salud en adultos

Antes de acometer de manera detallada los efectos de la actividad física sobre los diferentes aspectos de la salud en niños y adolescentes, resulta conveniente realizar una síntesis sobre los beneficios documentados de la actividad física sobre la salud en los adultos. En este sentido existen publicados dos informes del *U.S. Department of Health and Human Services* que recogen extensamente esta cuestión (4, 5). Una síntesis de las principales conclusiones sobre los efectos de la actividad física sobre la salud se recogen en la tabla 1 y la tabla 2.

Tabla 1. Síntesis de beneficios de la actividad física sobre la salud según el Comité Asesor sobre Directrices de Actividad Física del USDHHS

INFORME DEL COMITÉ ASESOR SOBRE RECOMENDACIONES DE ACTIVIDAD FÍSICA. AÑO 2008
SÍNTESIS DE EFECTOS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA SOBRE LA SALUD EN ADULTOS

Actividad física y mortalidad por todas las causas

- La actividad física reduce un 30% la mortalidad por todas las causas [+++].

Actividad física y salud cardiovascular

- Existe una clara relación inversa entre la cantidad de actividad física regularmente realizada y salud cardiovascular (enfermedad cardiovascular, enfermedad coronaria, infarto, hipertensión, dislipidemia aterogénica, condición física cardiovascular) [+++].
- La actividad física reduce entre un 20 y 35% el riesgo de enfermedad cardiovascular, enfermedad coronaria e infarto [+++].

Actividad física y salud metabólica

- Existe una clara relación inversa entre la cantidad de actividad física regularmente realizada y la salud metabólica, incluyendo la prevención de diabetes tipo II y síndrome metabólico [+++].

Actividad física y balance energético

- Mantenimiento de peso: existe un efecto favorable y consistente de la actividad física aeróbica para el mantenimiento del peso [+++], mientras que la evidencia es menos fuerte para el entrenamiento de fuerza [++].
- Pérdida de peso: la cantidad de peso perdida por actividad física sola es proporcional a la cantidad de actividad física, pero muy pocos estudios han descrito intervenciones con cantidades de actividad física suficientes para producir pérdidas de peso clínicamente significativas (de al menos el 5%). Si se mantiene una dieta isocalórica a lo largo de las intervenciones de actividad física las pérdidas de peso observadas son similares a las producidas mediante dieta y claramente rebasan la pérdida de peso de un 5% [+++].
- Recuperación de peso: la actividad física previene la recuperación de peso en personas que lo han perdido previamente [+++].
- Grasa abdominal: la pérdida de grasa abdominal y grasa intrabdominal está asociada a la actividad física aeróbica [+++ / ++], mientras que ese efecto está menos descrito para el entrenamiento de fuerza [+].

Continúa

Tabla 1. (Continuación)**Actividad física y salud músculo-esquelética**

- Salud ósea: (i) existe una relación inversa entre actividad física e incidencia de fracturas de cadera y vertebrales [+]; (ii) el incremento de ejercicio puede incrementar o disminuir la pérdida de densidad mineral ósea en la cadera y las vértebras [++].
- Salud articular: (i) en ausencia de lesiones articulares no hay evidencia de que la actividad física promueva el desarrollo de osteoartritis [+++]; (ii) la participación de actividad física baja o moderada produce un moderado grado de protección contra la osteoartritis [+]; (iii) la participación en actividad física de moderada intensidad y bajo impacto tiene un efecto beneficioso sobre el dolor, la funcionalidad, calidad de vida y salud mental en sujetos con osteoartritis, artrosis reumatoide y fibromialgia [+++] y puede retrasar la aparición de discapacidad en sujetos con osteoartritis [+].
- Salud muscular: el ejercicio incrementa la masa muscular esquelética, la fuerza muscular, la potencia y la activación neuromuscular [+++].

Actividad física y salud funcional

- Salud funcional: (i) en adultos de mediana edad y mayores la actividad física regular reduce el riesgo de sufrir limitaciones funcionales moderadas o severas [+++/+]; (ii) en personas mayores que presentan limitaciones funcionales hay evidencia de que la actividad física resulta segura y beneficiosa [+++], pero, sin embargo, no hay evidencia de que sea capaz de mantener el nivel de capacidad o prevenir la discapacidad.
- Caídas: en personas mayores la actividad física reduce el riesgo de caídas [+++].

Actividad física y cáncer

- La actividad física reduce el riesgo padecer cáncer de mama y cáncer de colon (30% y 20% de reducción del riesgo, respectivamente), y existe una creciente evidencia de que también podría reducir el riesgo de padecer cáncer de endometrio y pulmón.

Actividad física y salud mental

- Existe una clara evidencia de que la actividad física reduce la depresión y el deterioro cognitivo en adultos y personas mayores [+++].
- Hay alguna evidencia de que la actividad física mejora el sueño [++].
- Hay evidencias limitadas de que la actividad física disminuye la ansiedad y aumenta el estado de bienestar [+].

[+++] Nivel de evidencia fuerte. [++] Nivel de evidencia moderado. [+] Nivel de evidencia débil.

Actividad física y factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares en niños y adolescentes

La actividad física ha mostrado tener notables efectos sobre los factores de riesgo para el desarrollo de aterosclerosis en los adultos, si bien la información disponible es más limitada en el caso de niños y adolescentes. Recientemente el Centro para el Control de Enfermedades de los Estados Unidos (CDC) ha promovido una revisión de la literatura científica al respecto (6) que concluye

que existe evidencia suficiente para afirmar que la actividad física posee efectos preventivos en el desarrollo de factores de riesgo cardiovascular en este grupo de edad.

Así, diversos estudios que han evaluado el efecto de la actividad física sobre el **Síndrome Metabólico (SM)** en población escolar muestran que los adolescentes obesos con SM tienen una condición física cardiovascular más deteriorada que sus pares sin SM, a la vez que diferentes estudios de intervención han identificado mejoras en diversos componentes del SM tras la realización de programas de actividad física. Respecto a la **colesterolemia** y el **perfil lipídico** los estudios de intervención muestran efectos beneficiosos aunque débiles sobre el HDL-C y la concentración de triglicéridos, pero ningún efecto sobre la concentración total de colesterol o la de LDL-C (6). Los resultados en relación a la **presión arterial** son similares a los obtenidos en adultos, de modo que la actividad física no tiene efectos sobre la presión arterial en adolescentes normotensos, mientras que sí existen efectos en adolescentes hipertensos (6). En relación a **otros factores de riesgo cardiovascular** como el fibrinógeno, la inflamación y la función endotelial, no existen datos concluyentes, aunque algunos muestran un efecto beneficioso sobre el tono cardiovascular neurovegetativo.

Beneficios de la actividad física sobre la condición física

La investigación muestra que existe una relación entre la actividad física y la capacidad aeróbica máxima y sub-máxima, sin embargo, su correlación resulta baja o moderada, pues debe tenerse en cuenta que existe un importante determinante genético en esta capacidad. Los estudios también han demostrado que es posible incrementar la capacidad cardiovascular en niños y niñas a partir de los ocho años, observándose un promedio de mejora en torno a un 10% (3-4 ml/kg/min de oxígeno). Respecto a la fuerza y la resistencia muscular, estudios longitudinales muestran que existe asociación entre la actividad física habitual y la resistencia muscular de la parte superior del cuerpo, mientras que estudios experimentales muestran que es posible incrementar el nivel de fuerza y resistencia muscular con sesiones de entrenamiento específicas realizadas dos o tres veces por semana en días no consecutivos (6).

Beneficios de la actividad física sobre la obesidad

La obesidad infantil es una cuestión de gran relevancia en la actualidad porque ésta posee efectos a corto plazo sobre la salud y existen datos que indican un incremento acelerado de su prevalencia en las últimas décadas (7). Los estudios transversales muestran que los sujetos que participan en niveles altos de actividad física poseen menos tejido adiposo que los sujetos menos activos y también que niños y niñas obesos son menos activos que sus pares no obesos. Los estudios experimentales aportan un mayor conocimiento sobre la relación entre actividad física y adiposidad, mostrando que programas de actividad física moderada de entre 30 y 60 minutos realizados de 3 a 5 días por semana son capaces de reducir la grasa total y la grasa visceral en niños y adolescentes con sobrepeso, pero no en sujetos con normopeso. Asimismo, programas

con sesiones de mayor intensidad y duración son capaces de reducir la adiposidad incluso en adolescentes con normopeso (6). Por otra parte, estudios longitudinales a largo plazo (estudios de *tracking*) muestran que la reducción del nivel de actividad física se relaciona con una mayor ganancia de peso a lo largo del tiempo (8).

Beneficios de la actividad física sobre el asma

Respecto al asma, los estudios transversales comparando sujetos asmáticos y no asmáticos han proporcionado resultados confusos. Por otro lado, la actividad física se ha encontrado asociada a una mayor incidencia autoinformada de asma u otros síntomas relacionados y, asimismo, programas de actividad física con asmáticos han mostrado ser capaces de incrementar su condición física pero no de producir mejoras en la función pulmonar o en la aparición de episodios de asma (6).

Beneficios de la actividad física sobre el crecimiento óseo y la salud esquelética

El crecimiento óseo está regulado por diversos factores, entre ellos las cargas mecánicas a las que se ven sometidos los huesos. Los estudios animales muestran que las tensiones provocadas por cargas mecánicas repetidas sobre el hueso estimulan la actividad de los osteocitos, lo que tiene como consecuencia la generación neta de hueso. Este efecto es local (restringido al tejido sometido a tensión) y para que se produzca las cargas deben ser de naturaleza cíclica y de suficiente intensidad, sin embargo, sólo es necesario un número sorprendentemente bajo de ciclos de carga (cuatro al día) (9).

En humanos, tanto en estudios de casos, como de correlación, retrospectivos y transversales, muestran una influencia positiva de la actividad física sobre el tejido óseo, siempre que ésta involucre cargas relevantes sobre el hueso. Estudios basados en la comparación de miembros contra-laterales en sujetos que practican deportes de carga asimétrica (béisbol, tenis, etc.) muestran que los miembros dominantes poseen una densidad mineral ósea mayor que los no dominantes, confirmando el carácter local del efecto. Estudios con sujetos que han tenido que ser inmovilizados durante largos periodos han mostrado que la inactividad tiene efectos negativos para el hueso, de modo que los miembros inmovilizados muestran un déficit mineral (9).

Respecto a los efectos durante la infancia y la adolescencia se han descrito efectos en adolescentes prepuberales y en los estadios tempranos de la pubertad, pero sin embargo no está claro que existan efectos beneficiosos en adolescentes postpuberales, y de existir éstos parecen ser débiles (6), lo que sugiere la necesidad de que se realice suficiente actividad física antes de la etapa puberal para garantizar una buena salud esquelética. En este sentido, el potencial de la actividad física en la infancia como factor preventivo de la osteoporosis tiene que ver con su contribución de un pico óptimo de masa ósea durante el desarrollo, lo que les permitiría hacer frente al proceso de pérdida de masa ósea que se va a producir en etapas posteriores de la vida en mejores condiciones.

Por último, si bien se puede afirmar que en términos generales la actividad tiene efectos beneficiosos sobre la salud músculo-esquelética, también es cierto que puede poseer efectos negativos en términos de lesiones. Aun así, el tipo de lesiones vinculadas a la actividad física suelen ser de gravedad moderada y los ratios de incidencia parecen ser bajos según las estadísticas disponibles (6).

Tabla 2. Síntesis de efectos de la actividad física sobre la salud física en población infantil y adolescente

EFFECTOS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA SOBRE LA SALUD FÍSICA EN POBLACIÓN INFANTIL Y ADOLESCENTE

Actividad física y factores de riesgo de enfermedad cardiovascular y metabólica

- Mejora algunos factores del síndrome metabólico en niños con sobrepeso (nivel de triglicéridos, nivel de insulina y adiposidad).
- La actividad física tiene efectos positivos en el perfil lipídico, incrementando el HDL-C y reduciendo el nivel de triglicéridos, pero no tiene efectos en el colesterol total ni en el LDL-C.
- Reduce la presión sanguínea en jóvenes con hipertensión esencial moderada.
- Posibles efectos sobre el tono cardiovascular neurovegetativo.

Actividad física y condición física

- Mejora la capacidad aeróbica máxima y sub-máxima (documentado a partir de los 8 años) con un valor promedio de incremento del 10% (3-4 ml/kg/min).
- Mejora la fuerza y la resistencia muscular mediante la realización de sesiones específicas (entre 3 y 5 veces por semana).
- Este efecto se produce sin hipertrofia en sujetos prepuberales, y con presencia de hipertrofia a partir de la pubertad.
- No se conoce si existen diferencias por sexo en estos fenómenos.

Actividad física y obesidad

- De 30 a 60 minutos de actividad física moderada realizados de 3 a 5 veces por semana es capaz de reducir la adiposidad en sujetos con sobrepeso.
- Programas de actividad física con mayor duración o intensidad son capaces de reducir la adiposidad en sujetos con normopeso.

Actividad física y asma

- La actividad se encuentra asociada a una mayor incidencia autoinformada de asma y síntomas relacionados.
- Los programas de actividad física son capaces de incrementar la condición física de sujetos asmáticos pero no de producir mejoras en la función pulmonar ni evitar la aparición de episodios de asma.

Actividad física, crecimiento óseo y salud músculo-esquelética

- Se han demostrado efectos de la actividad física sobre el sistema óseo en sujetos prepuberales. En sujetos postpuberales ese efecto no está claro y de existir parecen débiles.

Beneficios de la actividad física sobre la salud psicológica

El análisis de las relaciones entre la actividad física y la salud psicológica resulta más complejo debido a que no existe consenso sobre en qué consiste realmente la salud psicológica y cómo debe medirse. En general, el estudio se ha centrado en las relaciones entre actividad física con estados negativos de salud psicológica, como la depresión y la ansiedad y, sólo en menor medida, en indicadores de salud positiva como el autoconcepto. Esta perspectiva que resulta muy limitada porque no es posible asimilar la salud psicológica con la ausencia de estados negativos, especialmente teniendo en cuenta que la población infantil está en términos generales poco afectada por problemas psicológicos (10).

Respecto a la **ansiedad y depresión** en niños y adolescentes, los estudios transversales muestran una asociación entre la realización de actividad física y puntuaciones más bajas de ansiedad y depresión, mientras que estudios cuasi-experimentales han mostrado la capacidad del ejercicio aeróbico de mejorar los síntomas de ansiedad y depresión (6), así como que el ejercicio de alta intensidad parece ser más efectivo que el de moderada intensidad.

En cuanto al **autoconcepto**, los estudios transversales muestran asociaciones positivas y moderadas entre la actividad física y el autoconcepto físico, así como positivas pero débiles con el autoconcepto global, social y académico. Estudios cuasi-experimentales muestran fuertes efectos positivos de la actividad física en el autoconcepto físico y global, y efectos positivos pero débiles en el autoconcepto académico. La investigación también sugiere que estos efectos pueden estar mediatizados por el tipo concreto de actividad realizada (6). Así, las actividades que parecen producir mayores mejoras son aquellas relacionadas con el desarrollo de la condición física en comparación con las relacionadas con el desarrollo de destrezas motrices o deportivas. Además, el incremento de la autoestima parece resultar especialmente notable en individuos que parten de niveles muy bajos de autoestima, como en el caso de sujetos con discapacidad (10). Por otro lado, también existe el riesgo potencial de una influencia negativa en función de los estilos de enseñanza y entrenamiento utilizados, especialmente en lo referido a la práctica deportiva (6).

Relaciones entre actividad física y salud psicosocial

La asociación entre la actividad física y la salud psicosocial es un aspecto que a menudo no se contempla en los trabajos relativos a los beneficios de la actividad física. Esto es debido a que el concepto de salud social o psicosocial está insuficientemente definido. Estas limitaciones teóricas y metodológicas de la investigación no implican que dichos efectos no estén presentes, sino que por el momento los investigadores no han sido capaces de valorarlos adecuadamente.

El elemento mejor definido e investigado en este sentido es el **rendimiento académico**. Estudios cuasi-experimentales muestran que la adición de más horas de actividad física a los programas

Tabla 3. Síntesis de efectos de la actividad física sobre la salud psicológica en población infantil y adolescente

EFFECTOS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA SOBRE LA SALUD PSICOLÓGICA EN POBLACIÓN INFANTIL Y ADOLESCENTE

Actividad física y ansiedad y depresión

- La actividad física se asocia con menores puntuaciones de ansiedad y depresión en niños y adolescentes.
- El ejercicio aeróbico reduce los síntomas de ansiedad y depresión, para lo cual el ejercicio intenso se ha mostrado más efectivo que el de intensidad moderada.

Actividad física y autoconcepto

- La actividad física tiene fuertes efectos positivos sobre el autoconcepto físico y global, y débiles en el autoconcepto académico.
- La investigación sugiere que los efectos pueden estar mediatizados por el tipo de actividad física realizada, siendo mayores en las actividades relacionadas con el desarrollo de la condición física que las relacionadas con el desarrollo de tareas motrices o deportivas.
- La mejora de la autoestima parece ser especialmente notable en sujetos con niveles iniciales muy bajos de autoestima (p. ej. sujetos con alguna discapacidad).
- También existe riesgo potencial de efectos negativos mediatizados por los estilos de enseñanza y entrenamiento utilizados.

escolares no deterioran el rendimiento académico, incluso pueden mejorarlo levemente, aun cuando dichas horas se detraen de otras materias académicas. Estudios transversales han mostrado una asociación positiva entre rendimiento académico y actividad física, así como con la condición física. La actividad física ha mostrado tener efectos positivos sobre la concentración, la memoria y el comportamiento durante las clases (6).

Otro elemento que frecuentemente se engloba dentro de los aspectos psicosociales de la salud es la **construcción del carácter o el desarrollo moral**. Aunque la capacidad de la actividad física de promover el desarrollo moral posee una larga tradición pedagógica, hasta el momento no ha conseguido suficiente evidencia científica que la sustente, en parte por la dificultad de medir adecuadamente los fenómenos de desarrollo moral. Por otro lado, existe un cierto consenso acerca de que la actividad física o deportiva no tiene porqué contribuir “per se” al desarrollo moral. Algunos estudios que han abordado la cuestión no han identificado diferencias en la maduración o razonamiento moral en niños que practicaban o no practicaban deportes. El desarrollo de un diferente estatus de razonamiento moral y ético entre practicantes y no practicantes parece que puede estar más ligado al entorno social en el que la práctica se produce que a la práctica en sí mismo, de forma que son aspectos como el clima motivacional, el modelo pedagógico de profesores y entrenadores, o las actuaciones de los padres y el público los que potencialmente podrían tener influencia en esta cuestión (11).

Tabla 4. Síntesis de efectos de la actividad física sobre la salud psicosocial en población infantil y adolescente

EFFECTOS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA SOBRE LA SALUD PSICOSOCIAL EN POBLACIÓN INFANTIL Y ADOLESCENTE

Actividad física y rendimiento académico

- La inclusión de más horas de actividad física en el currículo escolar no deterioran el rendimiento académico, incluso pueden mejorarlo levemente.
- El rendimiento académico se ha mostrado asociado con la actividad física y la condición física.
- La actividad física tiene efectos positivos sobre la concentración, la memoria y el comportamiento durante las clases.

Actividad física y desarrollo moral

- Por el momento no existen pruebas basadas en evidencia científica suficientes para afirmar que la actividad física promueve el desarrollo moral de niños y niñas.
- Los potenciales efectos en el desarrollo moral parecen estar más mediatizados por el clima motivacional, el modelo pedagógico de profesores y entrenadores, o las actuaciones de los padres y el público, que por la actividad física en sí misma.

Actividad física y sedentarismo en la infancia y en la edad adulta

Como se ha indicado anteriormente, un aspecto relevante del impacto de la actividad física en la salud durante la infancia estaría relacionado con si ésta incrementa la probabilidad de ser activo durante la edad adulta, lo que a la vez repercutiría en el estado de salud. Estudios longitudinales que han seguido a grupos de personas durante largos periodos de tiempo muestra que este fenómeno de persistencia o *tracking* efectivamente existe, si bien resulta moderado (12), mostrando además que la persistencia es mayor para los sujetos que realizan un alto nivel de actividad física y los que participaron cuando eran jóvenes en actividades de entrenamiento de la resistencia. También parece que el fenómeno de persistencia es más acusado en el caso de los hombres que de las mujeres. Estos estudios también han mostrado que la persistencia de las conductas sedentarias es mayor que la de la propia actividad física, lo que significa que niños y niñas sedentarios serán muy probablemente adultos sedentarios (12).

Recomendaciones sobre actividad física para niños y adolescentes

Una cuestión relevante al tratar los beneficios de la actividad física sobre la salud es la cantidad y tipo de actividad física que niños y adolescentes deberían realizar para obtener los beneficios descritos.

Recomendaciones generales sobre actividad física en niños y adolescentes

Las recomendaciones sobre actividad física para niños y adolescentes han ido siguiendo la estela de las recomendaciones para adultos. Así, las primeras recomendaciones eran una extrapolación

de las recomendaciones sobre acondicionamiento cardiovascular en adultos y recomendaban que niños y adolescentes realizasen de 20-30 minutos de actividad física, tres o más veces por semana con una intensidad de 140 pulsaciones o más (13). Posteriormente, las recomendaciones sobre gasto energético en adultos derivadas de los estudios epidemiológicos (3 kcal por kg de peso y día) fueron extrapoladas a la población infantil sugiriendo que los niños deberán realizar como mínimo un gasto energético un tercio superior a los adultos (4 kcal por kg y día), y preferiblemente alcanzar las 6-8 kcal por kg y día (14).

Las recomendaciones elaboradas en EE. UU. por el *President's Council on Physical Fitness and Sport* apuntaron un siguiente paso en esta evolución proponiendo una recomendación específica y diferenciada de la de los adultos, y señalando que niños y adolescentes deberían realizar a diario o casi a diario 60 minutos de actividad física de intensidad moderada a vigorosa. Esta recomendación ha sido asumida después por diferentes organizaciones en diferentes países del mundo como la cantidad mínima de actividad física a realizar por niños y adolescentes. Se puede decir que en la actualidad esta cantidad y tipo de actividad constituye la recomendación básica de actividad física para este grupo de población, recomendación que ha sido avalada después por la revisión sistemática de la literatura científica existente (6).

Varias tendencias se están incorporando en la actualidad a las recomendaciones sobre actividad física en niños y adolescentes. En primer lugar, está la tendencia a incrementar la recomendación mínima respecto a la cantidad de actividad física diaria hasta los 90 minutos, incorporando además a esta recomendación la de realizar al menos 30 minutos de actividad física vigorosa (15). En segundo lugar, está la tendencia a incorporar recomendaciones relativas a la limitación de los periodos de inactividad prolongados (16) y las conductas sedentarias de ocio (*screen time*), tales deberían limitarse a un máximo de 90-120 minutos al día (15, 17). También existen algunas iniciativas como la *National Association of Sport and Physical Education* (NASPE) de proveer recomendaciones por grupos de edad (16).

A modo de conclusión

Se puede concluir que, aunque el conocimiento existente es mucho menor que en el caso de los adultos, la investigación ha documentado múltiples beneficios de la actividad física sobre las diferentes dimensiones de la salud en niños y adolescentes y, por otro lado, que la actividad física durante la infancia tiene potencialmente la capacidad de influir en el estado de salud durante la edad adulta. Por otro lado, respecto al tipo y cantidad de actividad física necesaria para obtener beneficios sobre la salud, aunque el conocimiento disponible no es exhaustivo, existe un consenso generalizado de que niños y adolescentes deberían ser activos casi a diario durante al menos una hora al día a través de actividades físicas que involucren intensidades de moderadas a vigorosas.

Tabla 5. Organizaciones que han elaborado recomendaciones sobre actividad física para niños y adolescentes

AÑO Y PAÍS	ORGANIZACIÓN
1994 Internacional	International Consensus Conference on Physical Activity for Adolescents (ICC).
1996 EE. UU.	National Institutes and Health (NIH).
1998 Reino Unido	Health Educational Authority (HEA).
1998 EE. UU.	National Association for Sport and Physical Activity (NASPE).
1999 Australia	Australian, Commonwealth Department of Health Care.
2000 EE. UU.	U.S. Department of Agriculture & U.S. Department of Health and Human Services (USDA/USDHHS).
2002 EE. UU.	American Cancer Society (ACS).
2002 Canadá	Health Canada.
2002 y 2004 EE. UU.	National Association for Sport and Physical Activity (NASPE).
2005 Australia	Australian Government, Department of Health and Ageing.
2005 EE. UU.	Centers for Disease Control, Division of Nutrition and Physical Activity & Division of Adolescent School Health (CDC, DNPA & DASH).
2007 Canadá	Canadian Public Health Association.
2008 EE. UU.	U.S. Department of Health and Human Services.

Bibliografía

1. Bouchard C, Shephard RJ. *Physical activity, fitness and health. The model and key concepts.* In: Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T, editors. *Physical activity, fitness and health.* Champaign: Human Kinetics, 1994. pp. 180-202.
2. *Carta Europea del Deporte. Edición Española publicada por Unisport-Consejería de Deporte y Medio Ambiente.* Junta de Andalucía, 1993.
3. AAHPERD. *Physical Education for Lifelong Fitness.* Champaign: Human Kinetics, 1999.
4. *Physical Activity Guidelines Advisory Committee. Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report, 2008.* Washington DC: U.S. Department of Health and Human Services, 2008.
5. USDHHS. *Physical activity guidelines for Americans. Be active, healthy and happy!* Washington DC: U.S. Department of Health and Human Services, 2008.
6. Strong WB, Malina RM, Blimkie CJR, Daniels SR, Dishman RK, B G, et al. *Evidence based physical activity for school-age youth.* *J Pediatr*, 2005; 146:732-7.

7. Lobstein T, Baur L, Uauy R, TaskForce FIO. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obes Rev*, 2004; 5(Suppl. 1):5-85.
8. Yang X, Telama R, Viikari J, Raitakari OT. Risk of obesity in relation to physical activity tracking from youth to adulthood. *Med Sci Sports Exerc*, 2006; 38(5):919-25.
9. Bailey DA, Martin AD. Physical activity and skeletal health in adolescents. *Pediatr Exerc Sci*, 1994; 6(4):330-47.
10. Biddle. Children, exercise and mental health. *Int J Sport Psych*, 1993; (24):200-16.
11. Bredemeier BJL, Shields DLL. Moral development and children's sport. In: Smoll FL, Smith RE, editors. *Children and youth in sport: a biopsychosocial perspective*. Madison, Wis.: Brown & Benchmark, 1996. pp. 381-401.
12. Malina RM. Physical activity and fitness pathways from childhood to adulthood. *Am J Hum Biol*, 2001; 13(162):172.
13. Sallis J, Patrick K. Physical Activity Guidelines for Adolescents: Consensus Statement. *Pediatr Exerc Sci*, 1994; 6:302-14.
14. Corbin CB, Pangrazi RP, Welk GJ. Toward an understanding of appropriate physical active levels for youth. *Physical Activity Fitness Research Digest*, 1994. pp. 1-8.
15. Health Canada. *Family Guide to physical activity for youth 10-14 years of age*. Public Health Agency of Canada, 2002.
16. NASPE. *Physical Activity for Children: A Statement Guidelines for Children Ages 5-12*. Reston, VA: NASPE Publications, 2004.
17. Australian Government. Department of Health and Ageing. *Australia's activity recommendations for children and young people*, 2005.

Relación actividad física y estado de salud en la menopausia y el envejecimiento

Gregorio Varela Moreiras

Presidente Fundación Española de la Nutrición (FEN).
Departamento de Ciencias Farmacéuticas y de la Alimentación.
Universidad CEU San Pablo (Madrid).

Resumen

El capítulo se inicia con un breve recordatorio de las características fisiológicas de la menopausia, la sintomatología más frecuente, incluidas algunas patologías frecuentemente asociadas, que se pueden beneficiar de manera especial de una vida activa y práctica moderada de deporte: osteoporosis, enfermedades cardiovasculares, sobrepeso/obesidad. A continuación, se introduce ya en lo que es propiamente el envejecimiento *per se*, desde el propio concepto hasta los cambios más frecuentes asociados al mismo, de manera muy especial los cambios en la composición corporal, y como la vida activa y práctica del ejercicio físico pueden favorecer de manera muy impactante la salud muscular y ósea en el adulto mayor. El capítulo recoge igualmente información de diferentes proyectos en los que ha participado nuestro Grupo de Investigación en la temática: Estudio EFFIK; Proyecto SENECA; Proyecto HALE; Proyecto OPTIFORD. Finalmente, se proporciona la información práctica sobre cómo llevar una vida activa saludable y divertida, de acuerdo a las recomendaciones internacionales consensuadas, al mismo tiempo que se orienta sobre las precauciones para evitar excesos y efectos perjudiciales.

¿Qué es la menopausia o el climaterio? ¿Qué cambios se producen?

Introducción histórica

El hecho de que la mujer pierde la menstruación en un momento determinado de su vida es un hecho conocido desde la antigüedad más remota. Se encuentran referencias de este fenómeno en la Biblia y papiros egipcios, donde se señalan las mujeres menopáusicas como mujeres “blancas” en contraposición con las mujeres “rojas”, que eran las que menstruaban. Aecio de Amida, hacia el año 500 a.C. ya escribió que la sangre cesaba a los 50 años. Posteriormente, la menstruación fue ignorada durante muchos siglos, hasta que en el siglo XVIII, Titius publicó una tesis en la Universidad de Magdeburgo titulada “*Cessation Menstruorum*”. Treinta años después, un médico inglés, Quincy, publica una obra en la que por primera vez habla de “climax” en el sentido de “crisis” en la vida de la mujer. El término de menopausia sólo se emplea un siglo más tarde, en 1816, con Gardanne, que empieza utilizando el término “ménopause” posteriormente modificado a “ménopause” para describir el cese de la menstruación (1).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda las siguientes categorías para describir la transición de la menopausia (2):

- **Pre-menopausia:** tiempo que precede a los cambios observables como resultado de una alteración en la función ovárica.
- **Perimenopausia:** tiempo que transcurre desde la primera indicación de irregularidad menstrual hasta el fin de la menstruación, con un rango de 3 a 9 años.
- **Post-menopausia:** tiempo posterior al último periodo menstrual.

Sintomatología e importancia potencial de la actividad física y el deporte

Los síntomas y efectos asociados se pueden dividir según el momento de su aparición en (1, 2, 3):

Síntomas a corto plazo

- **Sofocos,** caracterizados por ruboración extrema de la piel: aparecen en el 75-85% de las mujeres en edad de menopausia e incluso antes de la desaparición de la menstruación, y en un 45% de los casos persisten durante largos periodos de tiempo (entre 5 y 10 años).
- **Sudoración:** es un síntoma que suele ir asociado a los sofocos.
- **Irritabilidad, fatiga.**

En estos casos de sintomatología a corto plazo, los beneficios de una vida activa son principalmente de índole psicológico.

Síntomas a medio plazo

Suelen presentarse algunos años después de la menopausia, pero su comienzo es variable.

- **Alteraciones de la piel:** la falta de estrógenos provoca una disminución del colágeno de los tejidos, y como consecuencia la piel se vuelve más fina y más seca.
- **Alteraciones vaginales y urológicas:** las paredes de la vagina se vuelven más finas y menos flexibles, perdiendo lubricación y elasticidad.
- **Cambios psíquicos:** tendencia a la depresión, nerviosismo, cambios de humor, tristeza, falta de concentración, etc.
- **Disminución de la resistencia y la calcificación de los huesos de todo el cuerpo.**

También se ha evidenciado que la vida activa y práctica de ejercicio físico pueden ayudar a aliviar estos síntomas, todos ellos estrechamente relacionados con la actividad física antes de su aparición, pero también "durante".

Síntomas a largo plazo

- **Osteoporosis:** el esqueleto humano está formado por 206 huesos compuestos por una capa externa de tejido muy duro llamado hueso compacto o cortical y una zona interior formada por un gran número de "huecos", que constituye el hueso esponjoso o trabecular.

El tejido óseo está constituido por una parte mineral y otra orgánica donde se encuentran incluidas las células óseas: osteoblastos (osteofomadoras), osteoclastos (resortivas) y osteocitos. La parte orgánica del hueso está constituida por fibras de colágeno principalmente, así como otras proteínas como osteocalcina, osteopontina y osteonectina, secretadas por las células osteoblásticas (4).

El hueso es un tejido vivo y sometido a unos cambios continuos. En todo momento existe un proceso de formación y destrucción de hueso que se mantiene en equilibrio. Existen épocas en las que predomina la formación (infancia y adolescencia) y épocas con predominio de la destrucción (vejez). Alrededor de los 30-35 años, los huesos adquieren la mayor cantidad de masa ósea y resistencia (pico de masa ósea), que les marcará para toda la vida. A partir de los 40 años, el proceso de destrucción comienza a ser superior al de formación en forma progresiva (5).

Todo ello está regulado por las características genéticas, hormonas sexuales, actividad física y nutrientes de la dieta que son necesarios para que el calcio se utilice de forma adecuada, como la vitamina D, el flúor, el fósforo o la lactosa.

La osteoporosis se caracteriza por la reducción de la cantidad total de masa ósea, que lo debilita, volviéndose frágil y susceptible de una manera anormal a las fracturas. De hecho, la verdadera importancia de la osteoporosis radica en su estrecha relación con la producción de fracturas y sus complicaciones. Los estrógenos estimulan la fijación del calcio a los huesos, disminuyendo además la acción de las células que destruyen el tejido óseo (osteoclastos). Por esta razón, en la menopausia, al haber una caída en el nivel de estrógenos, se produce un mayor riesgo de padecer osteoporosis. Desde el punto de vista fisiopatológico, se definen dos tipos de osteoporosis (6): osteoporosis tipo I u osteoporosis postmenopáusica, caracterizada por la pérdida ósea, fundamentalmente trabecular, y osteoporosis tipo II, que afecta a los dos sexos a una edad más avanzada. En ella, hay una pérdida ósea tanto cortical como trabecular.

El sexo femenino es, por tanto, un factor de riesgo en la etiología de la osteoporosis. De hecho, la velocidad de desmineralización es dos veces más rápida en la mujer que en el hombre, y parece más importante durante los primeros 3 a 5 años que siguen a la menopausia. También existen diferencias raciales: es infrecuente encontrar osteoporosis postmenopáusica en mujeres de raza negra. El factor hereditario adquiere una gran importancia, ya que aproximadamente el 80% de la masa ósea depende de factores genéticos, y el restante 20% de factores ambientales, entre los que destacan la dieta y el ejercicio físico.

La osteoporosis evoluciona de forma silenciosa durante años, siendo su consecuencia más evidente la aparición de fracturas. Pueden aparecer en cualquier punto del esqueleto, pero las zonas más habituales son las vértebras (fracturas o aplastamientos), la muñeca y el cuello del fémur (fractura de cadera). Se estima que en España existen más de 3,5 millones de personas con osteoporosis, en su mayoría mujeres (6).

Vemos pues, como una situación fisiológica en la vida de una mujer como es la menopausia, puede derivar con más frecuencia de la que nos gustaría en una situación patológica. A pesar de que no siempre pueden evitarse ciertas complicaciones, una preparación adecuada tanto física como psíquica pueden ayudar a superar este periodo.

El ejercicio juega un papel muy importante, ya que es uno de los pocos medios conocidos que estimula la formación de hueso. No hay problemas para realizar, además de ejercicio aeróbico, un ejercicio de fuerza siempre adaptado a las posibilidades de cada paciente. Para ganar hueso, en la prescripción de un programa de ejercicios osteogénicos hay que tener en cuenta dos criterios adicionales: que la actividad debe ser diversa y vigorosa, pero no repetitiva, y que el programa de ejercicios ha de ser entretenido, con el fin de asegurar su cumplimiento a largo plazo (7).

Se ha comprobado que el ejercicio aeróbico a una intensidad del 65-80% de la frecuencia cardiaca máxima es osteogénico; por otra parte, al beneficio del ejercicio y su estímulo osteogénico hay que añadirle un adecuado aporte de sustrato (principalmente calcio a dosis de 800 a 1.500 mg/día y un buen estado en vitamina D), necesario para mineralizar y madurar el hueso formado.

Todo ello sin olvidar que la mujer extremadamente delgada, con un índice de masa corporal (IMC) entre 20 y 25, con edad comprendida entre los 55 y 65 años, tiene el doble de riesgo de sufrir fracturas que quienes presentan un IMC más equilibrado.

Diversos trabajos han demostrado cómo un programa adecuado de ejercicio físico repetido tres o cuatro veces a la semana durante un año produce un aumento del contenido mineral del tejido óseo en las pacientes. Las diversas causas de osteoporosis ya citadas son determinantes, pero la falta de estimulación mecánica influye en la pérdida de masa esquelética. Es notorio que la ausencia prolongada de gravedad que se produce en los vuelos espaciales, el prolongado encamamiento o la inmovilización de segmentos óseos en pacientes escayolados, determinan una pérdida rápida de la masa ósea (8, 9).

- **Complicaciones cardiovasculares:** las enfermedades cardiovasculares son la primera causa de muerte en la mujer postmenopáusica en la sociedad occidental, superando las tasas de mortalidad por cáncer y por otras enfermedades. Los estudios epidemiológicos demuestran un incremento de las enfermedades coronarias después de la menopausia, coincidiendo con el déficit de estrógenos que provoca una alteración de los lípidos de la sangre con elevación del colesterol y de las lipoproteínas de baja densidad (LDL), y disminución de las lipoproteínas de alta densidad (HDL). La enfermedad cardiovascular en la mujer antes de la menopausia es menos frecuente que en el hombre por el efecto protector de los estrógenos, pero con el paso de los años, esta frecuencia acaba igualándose (1, 10).

La actividad física es especialmente interesante en las mujeres de mediana edad, puesto que propicia cambios hemodinámicos importantes, disminuye el tono simpático y la frecuencia car-

diaca en reposo y, por tanto, previene o mejora problemas de hipertensión. Además, mejora la circulación venosa de retorno y el bombeo muscular. Se ha demostrado que el riesgo coronario es aproximadamente tres veces menor en la población activa que en la sedentaria. El ejercicio físico, sin duda, ayuda a aumentar el gasto energético, evitando los depósitos de grasas y, consiguientemente, la obesidad.

Antes de comenzar a realizar cualquier tipo de deporte, la mujer se debe someter a un exhaustivo reconocimiento médico-deportivo, con el que el facultativo debe conocer cuál es su estado de salud, su nivel muscular y óseo y si existe alguna patología. Se debe realizar un electrocardiograma en reposo y en esfuerzo, una evaluación funcional, una evaluación completa del aparato locomotor, una valoración espirométrica, una prueba funcional en cicloergómetro o en tapiz rodante, estratificar el riesgo de cada paciente para clasificarlo y supervisar las tablas de ejercicio de acuerdo con su riesgo, con mayor atención lógicamente a la patología cardiovascular (9).

- Ganancia de peso: diferentes estudios han demostrado que la menopausia se asocia específicamente, e independientemente de la edad, a aumento de peso, y esta ganancia ponderal, que se ha estimado en torno al 6%, se produce a expensas de un incremento aproximado del 17% de masa grasa. Prácticamente en todos los estudios, la prevalencia de obesidad es mayor en mujeres que en varones para casi todos los grupos de edad, y aumenta según avanza ésta, obteniéndose valores máximos alrededor de los 60 años (11).

Por otro lado, la grasa corporal adquiere una nueva distribución tras la menopausia. La grasa que antes solía depositarse en los muslos, cadera y senos, en una distribución más periférica típicamente femenina, ahora, tras instalarse la deficiencia estrogénica, se deposita preferentemente en la cintura y en el abdomen, es decir, adquiere una distribución central y típica del varón.

La etiología del aumento de peso durante la menopausia no está totalmente aclarada. Algunas causas no tienen relación directa con ella, sino más bien con la edad, y otras dependen claramente de la disminución de estrógenos endógenos. Estudios observacionales muestran que las mujeres postmenopáusicas que realizan habitualmente actividad física tienen menor proporción de grasa corporal y abdominal, así como menos probabilidades de ganar masa grasa durante la menopausia, que las sedentarias. El efecto del ejercicio puede considerarse como "dosis dependiente". Por tanto, un tratamiento de pérdida de peso basado en dieta adecuada y ejercicio puede ser particularmente beneficioso para reducir la adiposidad visceral y el riesgo cardiovascular (12).

Las nuevas recomendaciones elaboradas en el Reino Unido y EE. UU. prescriben sesiones regulares de una actividad de intensidad moderada (8, 9). Así, caminar enérgicamente todos o casi todos los días durante unos treinta minutos ayuda a mejorar el bienestar físico y mental. El ejercicio físico en sesiones breves –por ejemplo, dos o tres sesiones de diez minutos cada una–

es casi tan eficaz como hacer ejercicio de forma ininterrumpida durante el mismo tiempo y es más fácil de adaptar al ritmo de vida actual. Para aquellos a quienes no les gusta o les resulta imposible hacer ejercicio de forma planificada, el hecho de evitar o reducir el tiempo dedicado a actividades sedentarias puede resultar igualmente beneficioso. Por ejemplo, el simple hecho de permanecer de pie durante una hora al día en lugar de sentarse a ver la televisión consume el equivalente a 1-2 kg de grasa por año.

Las personas obesas deben elegir cuidadosamente el tipo de ejercicio que van a realizar a fin de evitar cualquier lesión de las articulaciones provocada por la práctica de actividades intensas en las que tengan que soportar su propio peso. La natación y el ciclismo son dos buenas opciones para las personas con sobrepeso. Los siguientes consejos se dirigen a las personas que han conseguido perder entre un 5% y un 10% de su peso, esto es, la reducción mínima con efectos positivos para la salud. No se trata de una tarea fácil, ya que la única manera de lograrlo es cambiar significativamente de estilo de vida.

Debe recordarse que siempre hay que ajustar el equilibrio entre la energía que se ingiere y la que se gasta; de lo contrario, el peso aumentará automáticamente.

En este nuevo estilo de vida más saludable, el equilibrio entre la energía ingerida y la gastada debe cambiarse, incrementando el gasto de energía (haciendo ejercicio) y reduciendo la ingesta (comiendo menos).

Algunas sugerencias que de manera habitual y universal se han establecido son:

De manera general:

- No se trata de un cambio temporal, sino de por vida, una vida más larga y saludable.
- Pensar detenidamente cómo puede lograrse siguiendo un estilo de vida preferido. Si éste no es realista, la experiencia demuestra que no durará. Normalmente, es posible encontrar una solución aceptable planificándola por adelantado. Somos animales de costumbres, y debemos asegurarnos de que éstas sean buenas.
- Pesarse semanalmente. Así, ajustando los niveles de actividad y de ingesta, podrá mantenerse un peso constante con un margen de 2 ó 3 kg.

Incrementar el gasto de energía:

- Está demostrado que hacer ejercicio de manera regular no sólo es vital, sino que además es casi la única manera de no volver a ganar peso. El ejercicio ayuda a mantener el equilibrio de energía, mejora la función cardíaca y pulmonar, reduce el riesgo de depresión y evita aburrirse y picar entre las comidas.
- Dependiendo de las condiciones personales, así será la intensidad del ejercicio. Eso sí, recuerde siempre que es saludable caminar o ir en bicicleta, en vez de desplazarse en coche o en autobús, y utilizar las escaleras en lugar del ascensor.

Reducir la ingesta de alimentos:

- Buscar un ritmo de comidas que convenga. Algunas personas encuentran que desayunar abundantemente evita excederse durante el resto del día. La mayoría considera adecuado hacer tres comidas (dos ligeras y una más completa).
- Reducir el consumo de energía, disminuyendo el de grasas y alcohol, que son muy energéticos pero no sacian el hambre de forma duradera. Es preferible consumir alimentos ricos en hidratos de carbono, especialmente los que además contienen fibra.
- Reducir las raciones.
- Tomar cinco piezas o raciones de frutas o verduras al día ayuda a controlar el peso y además es muy saludable.
- No es necesario evitar las comidas de trabajo o las celebraciones. Hay que organizarse para *poder permitirse algún exceso*.
- Analizar las causas que le llevan a comer entre las comidas y tratar de encontrar una solución.

La prevención de las manifestaciones clínicas asociadas a la menopausia debe empezar años antes. Las medidas preventivas iniciadas a esta edad pueden ser insuficientes aunque necesarias. Estas medidas deben incluir el estímulo de hábitos saludables, abandonar el hábito tabáquico, moderar el consumo de alcohol, alimentación equilibrada pobre en grasas y dulces para controlar el peso y rica en calcio y vitamina D, evitar el sedentarismo, practicar ejercicio físico diario, pasear por lugares soleados, procurar llevar una vida sexual, familiar y social satisfactoria... Muy a menudo las mujeres en este periodo tienden a olvidar los beneficios que obtuvieron de la actividad física cuando eran jóvenes y adoptan un estilo de vida predominantemente sedentario (1).

Hábitos alimentarios, estado nutricional y estilos de vida en una población de mujeres menopáusicas españolas: estudio EFFIK

Recientemente, nuestro grupo de investigación ha llevado a cabo el denominado estudio EFFIK, pionero en conocer hábitos alimentarios, estado nutricional y estilos de vida en una muestra representativa de mujeres climatéricas residentes en España (3).

La muestra estuvo constituida por 1.218 mujeres voluntarias pertenecientes a todas las comunidades autónomas españolas.

Las características sociodemográficas de la población son las siguientes:

	ZONA					TIPO DE RESIDENCIA		
	Norte	Sur	Centro	Este	Canarias	Rural	Semiurbana	Urbana
Tamaño de la muestra	255	193	379	317	74	163	216	839
	20,9%	15,9%	31,1%	26,0%	6,1%	13,4%	17,7%	68,9%

El cuestionario desarrollado por nuestro equipo constaba de diferentes apartados. Comienza con una introducción donde se presenta información sobre algunas de las posibles alteraciones y cambios fisiológicos que supone la menopausia en la mujer, subrayándose en todo momento la importancia de la nutrición en esta etapa de la vida e indicando que el fomento de una alimentación equilibrada durante toda la vida es la mejor forma de prevención posible.

A continuación, además de las instrucciones para cumplimentar el cuestionario y un espacio para la identidad, se incluyeron una serie de apartados como: aspectos sociodemográficos, edad, peso y altura [con los que se calculó el índice de masa corporal (IMC)] situación de perimenopausia o menopausia diagnosticada, tratamiento hormonal sustitutivo (THS), consumo de tabaco, actividad física (minutos de paseo al día, horas de tareas domésticas al día, tipo y horas de deporte a la semana), consumo de alimentos enriquecidos (tipo, cantidad y frecuencia) y consumo de suplementos vitamínicos o minerales (marca y frecuencia).

El patrón global de dieta se comportó, en términos generales, del mismo modo que la dieta media española actual, con algunas excepciones. Existe un consumo ligeramente menor de carnes y derivados, frutos secos y bebidas alcohólicas y un consumo ligeramente mayor de fruta, pescados y legumbres, aunque lo más destacable es la gran diferencia en el consumo de los productos lácteos respecto a la población media española. Nuestras mujeres consumieron un total de cuatro raciones diarias, lo que se traduce en una ingesta de calcio de aproximadamente 1.400 mg diarios, cantidad considerada adecuada para una mujer que se encuentra en esta situación fisiológica. Este elevado consumo de lácteos puede deberse a que nuestra población esté más concienciada de la importancia de este grupo de alimentos en este momento de su vida. Un mayor tiempo de actividad física (> 2 horas/día) se relacionaba con una mayor ingesta de proteínas, ácidos grasos poliinsaturados, fibra, hierro, magnesio, zinc, potasio, vitamina B₁, niacina, ácido fólico y vitamina E. Por el contrario, como ejemplo significativo, aquellas cuya actividad física era reducida tenían un mayor consumo de bebidas alcohólicas. Los estilos de vida saludables también parecen estar relacionados con una mayor ingesta de productos enriquecidos y de suplementos vitamínicos y minerales.

En conclusión, se observa una mayor adecuación a los patrones de dieta saludable en nuestra población de mujeres, comparativamente con otros estudios en otras situaciones fisiológicas, especialmente en aquellas de mayor edad, con IMC bajo, no fumadoras, con menor consumo de alcohol, mayor actividad física y consumo habitual de alimentos enriquecidos y suplementos vitamínicos y minerales.

Edad avanzada, vida activa y deporte

¿Qué es envejecer? El entorno sociológico y demográfico

Las proyecciones de población de Naciones Unidas para 2050 (United Nations: World Population Prospects: The 2004 Revision) calculan que España será el tercer país más viejo del mundo, con

un 34,1% de población mayor en 2050. Además de este aumento de personas mayores, se está produciendo un evidente envejecimiento de las personas mayores de más edad. En la última década, el colectivo de personas de 80 y más años ha crecido más que los otros grupos de edad, mientras que los jóvenes de hasta 20 años es el grupo que más población pierde. Entre 1991 y 2005 se ha incrementado el número de personas octogenarias en un 66%, mientras que el total de la población lo ha hecho un 13%, incluida la población inmigrante. Al mismo tiempo, se puede considerar de hecho el “nacimiento” de este nuevo grupo de población, los octogenarios, los grandes desconocidos, también desde el punto de vista nutricional (13).

Las mujeres tienen una esperanza de vida superior, lo que condiciona una feminización de la vejez. Es cierto igualmente que las predicciones actuales en cuanto a las expectativas de vida por género, en el futuro, resultan cuando menos apasionantes, toda vez que las mujeres han adoptado hábitos alimentarios y estilos de vida que eran los propios del sexo masculino, lo que sin duda puede repercutir en la diferencia de años de vida existente en la actualidad. ¿Será posible que la genética y la relativa protección metabólica de la que goza la mujer se mantenga? Al envejecimiento poblacional han contribuido factores muy diversos, mayoritariamente ligados a la prevención. En primer lugar, y sobre todo, las medidas de salud pública; también el conocimiento progresivo de los diferentes factores de riesgo frente a toda clase de enfermedades y la posibilidad de enfrentarse a ellos. Este tema, la entrada en escena de los llamados “factores de riesgo”, es otro fenómeno reciente. Sólo a partir de la publicación de los primeros datos del estudio Framingham, en los años cincuenta del pasado siglo, se empieza a hablar de ello.

Envejecer es muchas cosas, tal como sostiene José María Ribera Casado (14) Al menos las tres siguientes, complementarias entre sí. En términos individuales, representa una aspiración universal. Desde una perspectiva poblacional, supone una realidad sociodemográfica. En términos biológicos, representa un proceso, que se inicia en torno a los 30 años y que se desarrolla de manera inexorable a lo largo de todo el resto de vida.

Desde una *perspectiva biofisiológica*, durante el envejecimiento se producen algunos cambios inevitables, derivados de la carga genética individual y del uso continuado de nuestro propio organismo. Este fenómeno recibe el nombre de envejecimiento intrínseco, primario o fisiológico. Sobre ellos, en la actualidad, no existen potencialmente posibilidades de intervención.

En paralelo, tienen lugar otros cambios, bajo el epígrafe de envejecimiento extrínseco o secundario que, sumados a los dependientes del envejecimiento primario, van a condicionar nuestra forma de envejecer. Este segundo grupo de modificaciones se desdobra, a su vez, en dos grandes apartados. Uno de ellos determinado por las secuelas de enfermedades, accidentes o intervenciones quirúrgicas acaecidas a lo largo de la vida (envejecimiento patológico). El otro, relacionado con el tipo de vida que haya llevado el individuo (factores ambientales), está vinculado a cuestiones como la actividad física, la alimentación, los hábitos tóxicos, el grado de contaminación ambiental, etc. Ante ambos tipos de cambio existen posibilidades de intervención, fundamentalmente ligadas a la prevención, que pueden facilitar el logro de un “envejecimiento satisfactorio” y de una “vejez

saludable”..., es decir, la aspiración actual que todos compartimos: no se trata sólo de alargar la vida, sino fundamentalmente ensancharla, darle calidad de vida a los años (15).

En el campo de la biología, la definición más aceptada es posiblemente la elaborada por el Comité de Expertos de la Organización Mundial de la Salud (OMS):

“El envejecimiento es un proceso biológico, que da lugar a una serie de cambios fisiológicos, característicos de cada especie, que tienen como consecuencia una limitación de la capacidad de adaptación del organismo al ambiente. Se inicia con el nacimiento y tiene como resultado final la muerte de ese organismo”.

Se podrían y deberían hacer algunas matizaciones o complementos a la citada definición (13, 16):

- Se trata de un *proceso normal*, en el sentido de que ocurre de forma natural; es deletéreo, ya que se produce una reducción de la capacidad funcional; es progresivo, pues se produce de forma gradual en el tiempo; es irreversible, sólo ocurre en un sentido; es inevitable, ya que hoy por hoy sigue siendo una quimera la *fuentes de la eterna juventud* y, además, es *universal*, ocurre en todos los individuos de cada especie, si se les da la oportunidad.
- Existen suficientes evidencias para afirmar que la velocidad del proceso de envejecimiento puede ser modificada por factores psicológicos, sociológicos, estilos de vida, y entre éstos, especialmente los hábitos alimentarios y el sedentarismo, etc.
- Es un proceso que no ocurre a igual velocidad en todas las personas. Es decir, que dos personas que viven en un mismo ambiente, con iguales estilos de vida, alimentación, etc., pueden envejecer a distinta velocidad. No hay grupo más heterogéneo de población a lo largo de la vida que el de las personas mayores, lo que sin duda dificulta mucho el poder establecer los requerimientos nutricionales, y derivar de los mismos las ingestas de referencia. Igualmente complica, y mucho, las posibilidades de elaborar consejos generales de práctica de actividad física y deporte debido a la heterogeneidad de la población, aunque más adelante en este capítulo se aportará información de consenso en este sentido.
- Si bien se habla del proceso de envejecimiento como un todo, lo cierto es que no se produce de forma homogénea en todas las células y tejidos. Algunos tejidos, como el hepático y el intestinal, envejecen de forma más lenta que otros, como el nervioso y el renal. Es aquí cuando adquiere una especial relevancia el muy atractivo concepto de la prioridad de destino del nutriente, es decir, a qué función, tejido, órgano, dirigimos el nutriente ingerido que, en muchas ocasiones, en la persona mayor lo va a hacer de manera insuficiente.
- Finalmente, es importante matizar algo que se contradice aparentemente con la definición anterior, el proceso de envejecimiento, en la gran mayoría de las personas, no es el que lleva a la muerte. Son las llamadas enfermedades degenerativas, propias de la vejez, tales como las enfermedades cardiovasculares, cerebrovasculares, demencias, osteoporosis, diabetes, cáncer,

las que acaban con la vida del individuo, y como relativamente vamos conociendo, los factores nutricionales y dietéticos, junto con la actividad física y sedentarismo tienen mucho que decir en su etiología y/o prevención.

Uno de los indicadores más interesantes en el estudio del envejecimiento es la esperanza de vida libre de discapacidad (6, 17). El proceso de envejecimiento comporta de manera inevitable la pérdida progresiva de la capacidad funcional de la mayoría de órganos y estructuras corporales. A esta disminución fisiológica progresiva se puede asociar el impacto de enfermedades agudas o crónicas. Incluso las personas mayores sin ninguna enfermedad disminuyen su capacidad pulmonar, cardíaca, renal y en el plano motor, pierden densidad ósea y masa muscular. Las consecuencias sobre su condición física se traducen en una reducción de la fuerza muscular, de la velocidad de la marcha, de la resistencia, del equilibrio o de la flexibilidad. Finalmente los cambios en la actividad y rendimiento físico influyen, junto a otros factores, en el mantenimiento o la disminución de la capacidad para desarrollar las actividades de la vida diaria (AVD) de manera autónoma (18).

La capacidad funcional es uno de los principales indicadores de salud en las personas mayores. Aumenta al principio de la vida para alcanzar un máximo en los primeros años de la edad adulta y, a continuación, inicia un lento declinar. La pendiente de este declinar depende en parte de los estilos de vida como el tabaquismo, la dieta, la actividad física o el consumo de alcohol y de los factores externos o medioambientales. Hay evidencia suficiente para afirmar que estilos de vida sedentarios se correlacionan con una mayor pérdida de capacidad funcional (19).

Los estudios de Ferrucci y col (20) han puesto de manifiesto que el declinar funcional en las personas mayores puede aparecer de dos maneras fundamentalmente. En aproximadamente la mitad de las personas mayores dependientes para las AVD, la limitación funcional aparece de manera catastrófica, como consecuencia de una enfermedad o traumatismo. En la otra mitad aparece de manera progresiva como consecuencia del propio proceso de envejecimiento y de los problemas crónicos asociados.

El ejercicio físico aparece vinculado al proceso de envejecimiento como factor directamente relacionado con la condición física, la capacidad funcional y por su impacto preventivo en el desarrollo de enfermedades y, particularmente, las cardiovasculares.

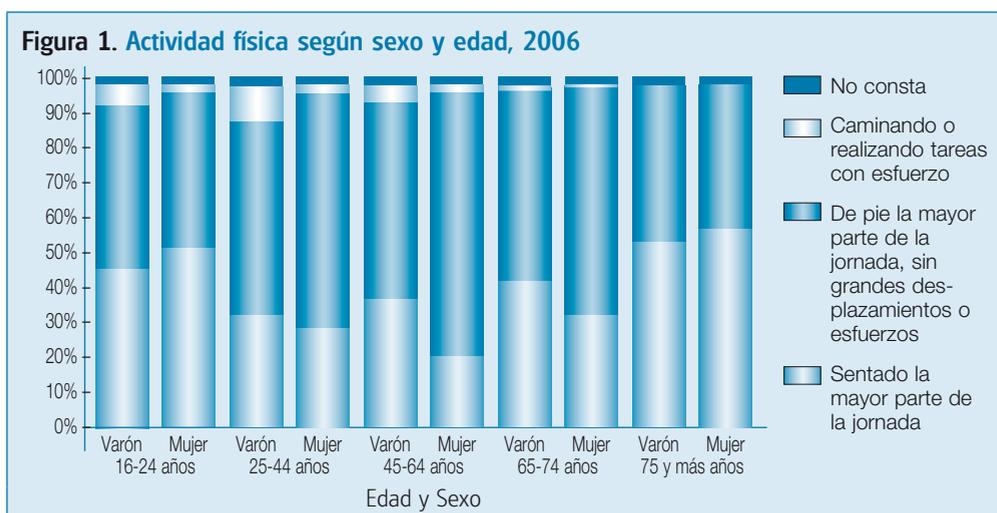
La capacidad física aeróbica disminuye a partir de los 40 años. El declinar aumenta a partir de los 60 y sobre todo a partir de los 70 años. Este declinar es independiente de la actividad física en sí mismo y de la masa muscular. Sin embargo, los individuos que llegan a la edad adulta con una mayor capacidad aeróbica y mantienen su actividad física pueden mantenerse en cada momento de la vida en el nivel más alto posible desplazando o manteniendo su curva individual de capacidad aeróbica con el mínimo de pendiente posible. Como veremos posteriormente, hay además una buena relación entre la actividad física y la mortalidad. Todo ello sugiere que realizar ejercicio físico regular a lo largo de la vida permite aumentar la esperanza de vida libre de discapacidad y disminuir la discapacidad o compactarla al final de la vida.

Algunos organismos internacionales y la mayoría de gobiernos han hecho hincapié en la importancia de la promoción del ejercicio físico para la promoción de la salud en general y particularmente en las personas mayores (8, 9, 18). Entre estas recomendaciones destaca la Organización Mundial de la Salud (OMS) en su propuesta para un envejecimiento activo donde se hace énfasis en la importancia de medidas individuales y colectivas para mantener al máximo el nivel funcional de las personas conforme van envejeciendo. Y todo ello en un entorno y contexto complicado, ya que la percepción general de la sociedad en relación a las personas mayores es la de fragilidad y dolor crónico, lo que sin duda no ayuda a estimular en muchas ocasiones la práctica de una vida activa, que en principio es posible a todas las edades.

Epidemiología de la actividad física en personas mayores

En la serie de informes “Las Personas Mayores en España”, que viene elaborando de manera continuada el actual Ministerio de Sanidad y Política Social, en el último correspondiente al año 2008, se proporciona una muy valiosa información en muchos ámbitos, aunque sorprende también la relativa escasa información sobre vida activa, actividad física y deporte en las personas mayores.

En la figura 1 se recoge, precisamente, la información relativa a la práctica de la actividad física en España (Encuesta Nacional de Salud, ENS, 2006) por grupos de edad y género, observándose una progresiva disminución, destacando que un porcentaje superior al 55% de los mayores de 75 años están sentados la mayor parte de la jornada, siendo prácticamente insignificante el de aquellas personas mayores que refieren “caminar o realizar tareas con esfuerzo” (6). En la misma ENS, un dato preocupante es el de la percepción del estado de salud según edad y sexo, ya que se aprecia en las personas mayores que se considera “malo o muy malo” en un porcentaje



Fuente: INE: Encuesta Nacional de Salud 2006. Elaboración propia a partir de los microdatos.

importante de personas. Sin duda, esto último está en contradicción con la motivación necesaria para llevar a cabo una vida activa, como se pretende por parte de los profesionales y organismos responsables.

En la figura 2 se recoge la información más actualizada disponible (2006) sobre actividades de la vida diaria por edad y sexo, y las dificultades para llevarlas a cabo.

Como se puede observar, son las mujeres en todos los grupos de edad estratificados las que necesitan más ayuda, alcanzando un porcentaje superior al 85% en las mayores de 85 años. Por ello, la independencia necesaria para llevar a cabo las actividades diarias se ve muy limitada, lo que sin duda está en estrecha relación con la práctica de ejercicio físico regular y/o deporte.

Otro dato interesante, pero también muy alarmante, es el que se refiere a la tasa de mortalidad por caídas accidentales, edad y sexo (INE, 2006): un incremento progresivo con la edad, siendo mayor en varones. Debe recordarse que en muchas ocasiones son causa/efecto de una mala salud ósea y/o muscular, muy relacionada con la actividad física previa y presente de las personas mayores.

Composición corporal en edad avanzada y actividad física

Resulta necesario hacer un esfuerzo especial para actuar en el mantenimiento de la masa muscular mediante el ejercicio moderado y, probablemente, intervención dietético-nutricional, lo que permitiría frenar la cascada de sucesos, la hoja de ruta que sufren muchos de nuestros mayores que les lleva frecuentemente a situaciones de desnutrición, a través de unas supuestas menores necesidades energéticas, y menor aporte derivado de energía y nutrientes. De manera resumida,



Nota: Una persona puede tener dificultad para unas actividades y no para otras.

Fuente: Observatorio de Mayores-IMSERSO. Encuesta sobre Condiciones de Vida de los Mayores, 2006.

Elaboración propia a partir de los microdatos.

los cambios en la composición corporal que se producen son los siguientes, sugiriendo la gran importancia que tienen en ellos (etiología y/o prevención) un buen estado activo y el evitar el sedentarismo (13, 18):

- Disminución de la masa magra metabólicamente activa, por la pérdida de masa muscular (sarcopenia) y células de órganos y tejidos.
- Incremento de la grasa corporal, cambiando su distribución (más en región abdominal y menos grasa subcutánea).
- Disminución de la densidad ósea.
- Se afecta la movilidad, aumenta el riesgo de caídas y se altera la capacidad funcional.
- Pérdida de la reserva de proteínas.
- Disfunción del sistema inmune.

Así, uno de los aspectos más importantes que se considera en la actualidad es tratar de prevenir en lo posible la pérdida de masa muscular, lo que permite al mismo tiempo un mejor mantenimiento de la masa ósea, no provocándose de manera tan drástica los posibles problemas de desnutrición, derivados de un menor gasto energético derivado del metabolismo basal y, además, el mantenimiento de la masa muscular permite mantener la práctica de actividad física, segundo componente cuantitativamente más importante del gasto energético diario. Evidentemente, no es tarea fácil, toda vez que aproximadamente cada década después de los 50 años, la fuerza muscular disminuye un 15%, y a partir de los 70 años, disminuye un 30%. Y debe recordarse que la fuerza muscular está asociada a la masa muscular que disminuye con la edad, cuya cascada final de sucesos si no se evita es la denominada sarcopenia. Afortunadamente, la evidencia científica demuestra que un ejercicio físico moderado permite mantener la masa y fuerza muscular casi en los niveles de la edad adulta. En este sentido, los estudios de intervención demuestran que los ejercicios de "resistencia" (p. ej. levantar peso) parecen ser los más eficaces.

Igual de importante, por otro lado, es la acción de la práctica de actividad física regular en la prevención del sobrepeso y obesidad, beneficiándose precisamente de un buen mantenimiento de la salud muscular y ósea.

Investigación en nutrición, vida activa y personas mayores. La experiencia del proyecto HALE

En los últimos años han surgido trabajos de investigación en nutrición y envejecimiento en los que nuestro grupo ha tenido la fortuna de participar activamente. En Europa, la *Acción Concertada de la UE sobre Nutrición y Salud* organizó en 1988 un estudio longitudinal, de cohortes, internacional y multicéntrico, para tratar de conocer la relación de diversas culturas alimentarias europeas y su contexto social con la salud y la capacidad física de las personas de edad avanzada (21, 22, 23). La razón de este estudio se basó en la diversidad de las dietas y estilos de vida de los



distintos estados de la UE, y también en las diferencias en sus expectativas de vida y modelos de morbi-mortalidad. El estudio recibió el nombre de SENECA (*Survey in Europe on Nutrition and the Elderly: a Concerted Action*). Constaba básicamente de un cuestionario general, un estudio dietético, otro antropométrico y otro bioquímico. Además, en el estudio de seguimiento se incluyeron pruebas específicas: depresión geriátrica, funcionalidad y estado mental. El carácter longitudinal de este proyecto permite estudiar el proceso del envejecimiento fisiológico y la influencia en él de la alimentación propia de cada una de las culturas participantes, analizar las variaciones en las medidas realizadas a diferentes edades, así como identificar factores de riesgo de morbilidad y mortalidad. Para ello, en un tercer contacto se recogió información que permitió conocer qué factores nutricionales y de estilo de vida contribuyen a la protección de la salud en las personas mayores europeas, seguidas desde los 70 a los 85 años de edad, mediante la determinación del estatus vital y causa de muerte e indicadores de salud de los supervivientes.

El proyecto HALE (*Healthy Ageing: Longitudinal Study in Europe*) ha utilizado datos procedentes de estudios longitudinales, entre ellos el arriba mencionado SENECA sobre más de 10.000 hombres y mujeres de 13 países europeos (24):

- *Estudio de los Siete Países*, que incluye datos de cohortes de cinco países europeos durante un periodo de 40 años (1960-2000).
- SENECA (*Survey in Europe on Nutrition and the Elderly: a Concerted Action*) con seguimientos cada 5 años, desde 1988 a 1999, de hombres y mujeres de 70 a 85 años en 12 países.
- FINE (*Finland, Italy, Netherlands, Elderly*): datos recogidos de hombres de 70 a 99 años, cada 5 años entre 1990 y 2000.

Entre los resultados más destacables del proyecto HALE, el más significativo sin duda es el conocimiento de las llamadas claves de la mortalidad, es decir, el patrón de medidas a seguir que han permitido una mayor supervivencia (24):

- Mantener una dieta mediterránea (HR: 0,77).
- Uso moderado de alcohol (HR: 0,78).
- No fumar (HR: 0,65).
- Mantenimiento de ejercicio físico (HR: 0,63).

Ello significa que la actividad física moderada se asoció con una disminución del riesgo de mortalidad del 35%. Es importante señalar, además, que el factor beneficioso de mantener los estilos de vida saludables es sumatorio.

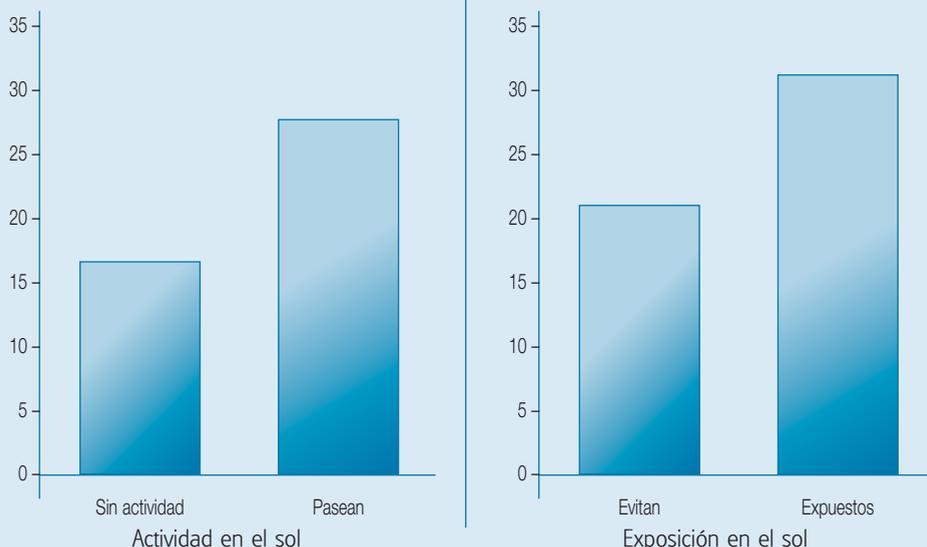
De manera más específica, cuando se analizaron la influencia de los estilos de vida en la mortalidad por diferentes causas, el factor "actividad física" (llevar a cabo una vida más activa vs. sedentaria) también se comportaba como un valor de protección elevado: cáncer (HR: 0,64), enfermedades cardiovasculares (HR: 0,72). Igualmente, se halló una asociación inversa entre actividad

física y deterioro de la función cognitiva. Es interesante también el hecho de que la baja actividad física estaba relacionada con pocos contactos sociales (mujeres) y depresión (hombres), siendo la primera vez que depresión y falta de actividad física se muestran como factores de riesgo. Por tanto, desarrollar algún tipo de ejercicio otorgará más satisfacción.

Estado en vitamina D y vida activa

Con la edad, el estado nutricional en vitamina D es más precario como consecuencia de una menor eficacia en la síntesis cutánea de la vitamina (que sólo se mantiene en un 25% de los ancianos), de una menor capacidad de los riñones para activarla, de una baja exposición al sol y de bajas ingestas. Dado que la vitamina D se encuentra en pocos alimentos (pescados grasos y alimentos fortificados, principalmente), no es sorprendente que un alto porcentaje de las personas mayores tenga ingestas muy bajas, que se asocian con una menor absorción y bajos niveles sanguíneos de calcio y una mayor resorción ósea. En España, es una de las vitaminas para la que se han encontrado mayor número de deficiencias. Nuestros hábitos alimentarios (alto consumo de pescado graso) y de estilo de vida (exposición al sol) deberían asegurar un buen estado nutricional con respecto a esta vitamina. Sin embargo, los niveles sanguíneos encontrados en las personas de edad pertenecientes a la muestra del estudio SENECA fueron sorprendentemente bajos, circunstancia que se observó igualmente en Grecia e Italia, países mediterráneos que comparten un clima y estilo de vida similares. La ingesta media fue muy baja: $2,4 \pm 2,5$ $\mu\text{g}/\text{día}$ en hombres y $2,1 \pm 2,9$ $\mu\text{g}/\text{día}$ en mujeres (procedente, principalmente, del pescado graso). Las cifras

Figura 3. ¿Cómo influye la vida activa en el estado nutricional?
Niveles séricos de vitamina D [25(OH)D]. Estudio SENECA



medias de vitamina D en sangre fueron también muy bajas como consecuencia de la peculiar exposición al sol: un 75% tenía niveles marginales o deficitarios. Las personas que habitualmente evitaban el sol tenían menores niveles de vitamina D que las que dijeron estar al sol «siempre que es posible». Se observó también una relación positiva entre las horas dedicadas a pasear y los niveles de vitamina D: las personas que habitualmente paseaban unas 2 horas/día tenían cifras significativamente mayores que aquellas que no paseaban. Igualmente, las que salían con ropa de manga corta presentaban mayores niveles que las que lo hacían habitualmente con el cuerpo cubierto (25, 26).

Recomendaciones “clave” del proyecto HALE

- Estar físicamente activos, preferentemente 30 minutos/día.
- Estabilizar el peso corporal en edad avanzada.
- Mantener baja la presión arterial sistólica (< 140 mmHg) y el colesterol sérico (< 5 mmol/l).
- Consumir una dieta de tipo mediterráneo.
- Si se bebe alcohol, hacerlo con moderación.
- No fumar.

¿Qué tipos de actividad física y de ocupación son apropiadas para las personas de edad? Proyecto HALE

- La recomendación es estar físicamente activos durante 30 minutos al día como media... algunos días serán 10 minutos y otros 50.
- El ejercicio debe ser regular y sensato y tomarlo como parte del estilo de vida:
 - Divertido.
 - De acuerdo con los hábitos culturales.
- Realizar actividad física acorde con las posibilidades:
 - El inevitable deterioro relacionado con la edad *per se* es modesto, especialmente en relación con la fuerza y vigor necesarios para actividades rítmicas, como caminar o nadar.
 - Aunque no deja de tener un riesgo animar a las personas de edad avanzada a incrementar la actividad física, los peligros de permanecer innecesariamente inactivos pueden ser mayores.

Guía práctica de la actividad física y el deporte en las personas mayores

En primer lugar, es interesante recoger a modo orientativo los documentos de consenso y guías prácticas actuales que suponen auténticas referencias: *“Physical Activity and Public Health in Older Adults: Recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart*

Association" (American College of Sports Medicine & American Heart Association, 2007); "Keep fit for life: meeting the nutritional needs of older persons" (World Health Organization & TUFTS University, 2006); "El Ejercicio y su Salud: Guía del Instituto Nacional sobre el Envejecimiento" (National Institute of Aging, USA, 2001). Todas ellas coinciden en señalar la importancia de mantener una vida activa regular y de disfrute, principalmente de tipo aerobio, según se resume a continuación (8, 9, 17).

Se reconocen básicamente cuatro maneras de estar activo, de acuerdo a los tipos de ejercicio:

1. Resistencia.
2. Fortalecimiento.
3. Equilibrio.
4. Estiramiento/elasticidad.

Las **actividades de resistencia** aumentan el ritmo cardiaco y la respiración. Estos ejercicios mejoran la salud del corazón, los pulmones y el sistema circulatorio. Como puntos clave de la denominada "resistencia aeróbica": andar, nadar, caminar. La recomendación es que durante toda la semana o al menos durante varios días de ésta, se deben realizar por lo menos 30 minutos diarios de una actividad que ayude a acelerar la respiración. Como precaución se marca que los ejercicios de resistencia no deben impedir que la persona hable por la elevada frecuencia respiratoria, ni deben producir mareos o dolor torácico.

Los **ejercicios de fortalecimiento** hacen que los adultos mayores obtengan la fuerza suficiente para hacer las cosas que necesiten y les gusten. El objetivo principal es que el adulto mayor continúe utilizando los músculos, y así aumentar la masa y fuerza muscular. Se recomienda el levantamiento de pesas (8-15 repeticiones), al menos dos veces por semana, y alternando el grupo muscular.

Los **ejercicios de equilibrio** ayudan a prevenir caídas, una causa frecuente de incapacitación, y así disminuir el riesgo de caídas y la mejora de la marcha. Se aconseja realizar ejercicios que ayuden con el equilibrio (p. ej. intentar pararse en un pie y luego en el otro, levantarse de la silla sin apoyarse en las manos ni los brazos; caminar en línea recta con un pie delante del otro, etc.).

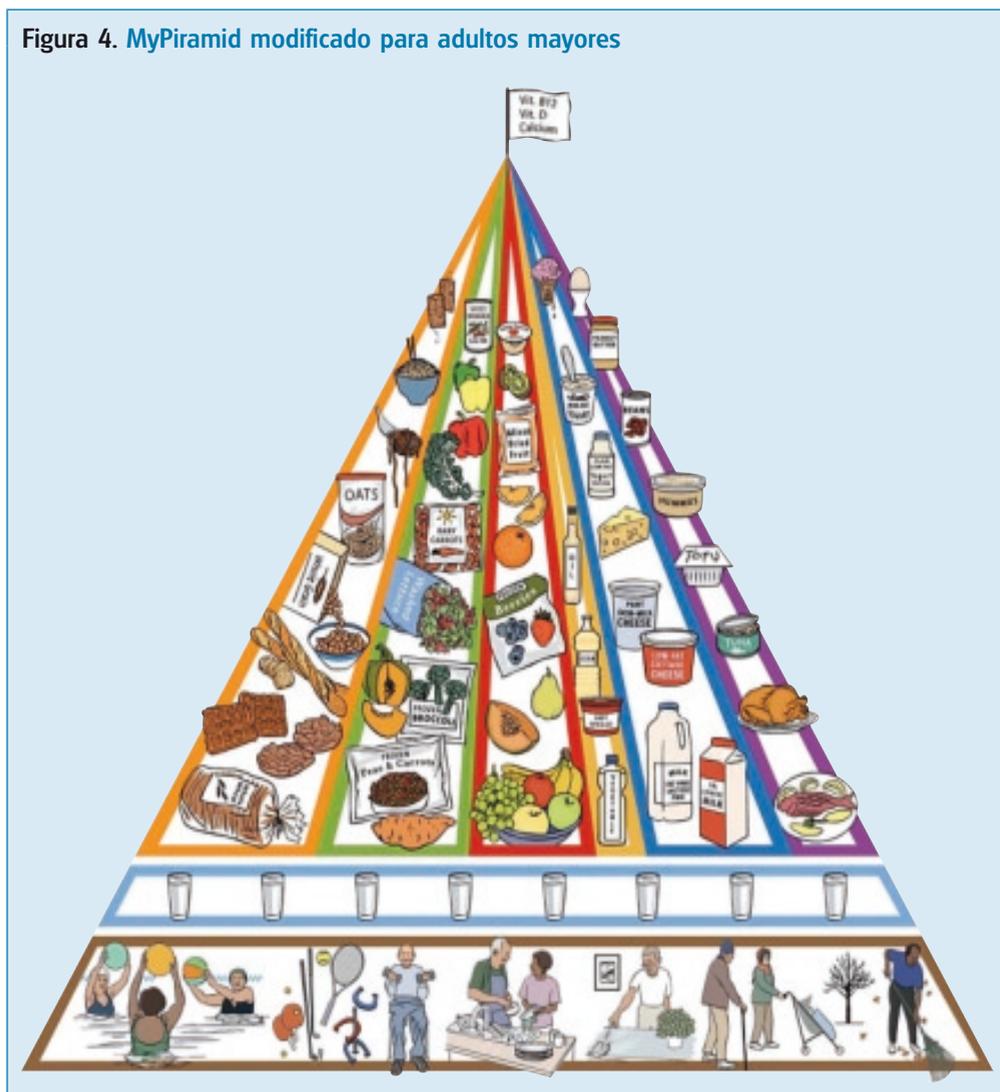
Los **ejercicios de estiramiento** ayudan a conservar el cuerpo fuerte y flexible. Se recomienda llevarlos a cabo después de los ejercicios de resistencia y fortalecimiento, o aisladamente, aproximadamente durante 20 minutos en 3 días a la semana. Así mismo, cada ejercicio debe repetirse 3-5 veces, manteniendo la posición entre 10-30 segundos.

En todos los casos, se considera la **motivación** como el factor clave del éxito, que se debe buscar en los siguientes principios: hacer lo que a uno le gusta y se disfruta, siempre que se pueda, en compañía; planificación y recompensa; marcarse unos objetivos razonables; no obsesionarse con la práctica de ejercicio en exceso.

En la figura 4 se muestra la pirámide alimentaria actualizada (27) para personas mayores, diseñada por el Jean Mayer USDA Human Nutrition Research Center on Aging, TUFTS University, Boston (EE. UU.), y que se considera de referencia en este grupo de edad. Como se puede observar, la práctica de ejercicio y el llevar una vida activa constituyen la base de la pirámide, lo más frecuente y necesario como claro mensaje.

En definitiva, el puzzle del denominado envejecimiento saludable consta de dos grandes piezas: ejercicio físico/vida activa y dieta mediterránea.

Figura 4. MyPiramid modificado para adultos mayores



Por último, y considerando los beneficios demostrados de la vida activa inteligente y divertida, cabe preguntarse: ¿Se puede y se debe recomendar siempre el ejercicio físico? A continuación se enumeran las precauciones que se consideran necesarias en diferentes situaciones y circunstancias:

- Enfermedad crónica, como diabetes o enfermedades del corazón.
- Cualquier síntoma nuevo que no haya consultado con el médico.
- Mareo o disnea.
- Dolor torácico o arritmias.
- Antecedentes de trombosis venosa.
- Una infección o fiebre.
- Pérdida de peso involuntario.
- Úlceras en extremidades inferiores.
- Inflamación de las articulaciones.
- Hemorragia o desprendimiento de la retina, cirugía de los ojos o tratamiento láser.
- Hernia inguinal.
- Cirugía de la cadera.

Finaliza este capítulo recogiendo lo que ya a finales del siglo VIII decía Francisco Gregorio en una poesía recogida en “La Salud. Higiene dogmática”:

*Vida honesta y arreglada
usar de pocos remedios
y poner todos los medios,
de no alterarse por nada.*

*La comida moderada,
ejercicio y diversión,
no tener nunca aprensión,
salir al campo algún rato
poco encierro, mucho trato,
y continua ocupación.*

Bibliografía

1. Quiles J. Alimentación saludable y climatario. Dirección General de Salud Pública, Consellería de Sanitat. Generalitat Valenciana, 2001.
2. Varela Moreiras G. Guías de orientación nutricional en Atención Primaria. Consejería de Sanidad (Comunidad de Madrid)/Fundación Española de la Nutrición (FEN), 2005.

3. Úbeda N, Basagoiti M, Alonso-Aperte E, Varela Moreiras G. Hábitos alimentarios, estado nutricional y estilos de vida en una población de mujeres menopáusicas españolas. *Nutr Hosp*, 2007; 22(3):313-21.
4. Branca F, Vatuena S. Calcium, physical activity and bone health - building bones for a stronger future. *Public Health Nutr*, 2001; 4:117-23.
5. Todd C, Skelton D. What are the main risk factors for falls and what are the most effective interventions to prevent these falls. Copenhagen. WHO Regional Office for Europe (Health Evidence Network report), 2004.
6. Salvà A, Rivero A, Roqué M. Evolución del proceso de envejecimiento de la población española y análisis de sus determinantes. Madrid: Fundación Pfizer, 2007.
7. Fiatarone MA, O'Neill EF, Ryan ND, Clements KM, Solares GR, Nelson ME, Roberts SB, Kehayias JJ, Lipsitz LA, Evans WJ. Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *N Engl J Med*. 1994 Jun 23; 330(25):1769-75.
8. El ejercicio y su salud [monografía en internet. s.l.]: Instituto Nacional sobre Envejecimiento, 2001 [acceso 15 de octubre de 2009]. Disponible en http://www.niapublications.org/pubs/ejercicio/El_Ejercicio_Y_Su_Salud.pdf
9. American College of Sports Medicine [sitio web]. Indianapolis: ACSM, c2007 [acceso 15 de octubre de 2009]. Physical activity guidelines. Disponible en http://www.acsm.org/AM/Template.cfm?Section=Home_Page&TEMPLATE=/CM/HTMLDisplay.cfm&CONTENTID=7764
10. Brotons C, Royo-Bordonada MA, Álvarez-Sala L, Armario P, Artigao R, Conthe P, de Álvaro F, de Santiago A, Gil A, Lobos JM, Maiques A, Marrugat J, Mauricio D, Rodríguez-Artalejo F, Sans S, Suárez C. Comité Español Interdisciplinario para la Prevención Cardiovascular (CEIPC). Adaptación Española de la Guía Europea de Prevención Cardiovascular. *Clinical Investigation in Atherosclerosis* 2005; 17:19-33.
11. Pavón de Paz I, Alameda Hernando C, Olivar Roldán J. Obesidad y menopausia. *Nutr Hosp*, 2006; 21(6):633-7.
12. Rubio MA, Salas-Salvadó J, Barbany M, Moreno B, Aranceta J, Bellido D, Blay V, Carrazo R, Hormiguera X, Foz M, de Pablos P, García-Luna PP, Giera JL, López de la Torre M, Martínez JA, Remesar X, Tebar J, Vidal J. Consenso SEEDO 2007 para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica. *Revista Española de Obesidad*, marzo 2007.
13. Cuadrado C, Moreiras O, Varela Moreiras G. Guías de orientación nutricional para personas de edad. Madrid: Consejería de Sanidad (Comunidad de Madrid)/Fundación Española de la Nutrición (FEN), 2005.
14. Ribera Casado JM. Geriátría: conceptos y generalidades. En Farreras & Rozman (eds). *Medicina Interna*. Decimoquinta edición. Elsevier España SA (ISBN:84-8174-810-2). Madrid. pp. 1301-9. 2001.
15. Krauss S. *The aging body*. Nueva York, Springer. 1985.
16. Kirkwood TB, Austad SN. Why do we age? *Nature*, 2000; 408:233-8.

17. WHO/TUFTS. *Keep fit for life. Meeting the nutritional needs of older persons.* WHO. Ginebra, 2002.
18. *Active ageing: a policy framework.* Geneva: World Health Organization, c2002.
19. Ades PA, Toth MJ. Accelerated decline of aerobic fitness with healthy aging: what is the good news? *Circulation.* 2005 Aug 2; 112(5):624-6.
20. Ferrucci L, Guralnik JM, Simonsick E. Progressive versus catastrophic disability: a longitudinal view of the disablement process. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1996 May; 51(3):M123-30.
21. Carbajal A, Varela Moreiras G, Ruiz-Roso B, Perea I, Moreiras O. Nutrición y salud en las personas de edad avanzada en Europa: Euronut-SENECA. Estudio en España. 3. Estado nutritivo: antropología, hematología, lípidos y vitaminas. *Rev Esp Geriatr Gerontol,* 1993; 28:230-42.
22. Moreiras O, Carbajal A, Perea I, Varela Moreiras G, Ruiz-Roso B. Nutrición y salud de las personas de edad avanzada en Europa: Euronut-SENECA. Estudio en España. 1. Introducción, diseño y metodología. *Rev Esp Geriatr Gerontol,* 1993; 28:197-208.
23. Euronut SENECA investigators. Euronut SENECA: Study on Nutrition and the Elderly. *EJCN* 1991; 45(Suppl 3).
24. Knoops KTB, Groot L, Kromhout D, Perrin AE, Moreiras O, Menotti A, van Staveren W. Mediterranean Diet, Lifestyle Factors, and 10-Year Mortality in Elderly European Men and Women. The HALE Project-JAMA, 2004; 1433-9.
25. Van der Wielen RPJ, Lówik MRH, van der Berg H, de Groot L, Haller J, Moreiras O, van Staveren WA. Serum vitamin D concentrations among elderly people in Europe. *Lancet,* 1995; 346:207-10.
26. Moreiras O, Carbajal A, Perea I, Varela Moreiras G. The influence of dietary intake and sunlight exposure on the vitamin D status in an Spanish elderly group. *Int J Vit Nutr Res,* 1992; 62:302-7.
27. Lichtenstein AH, Rasmussen H, Yu WW, Epstein SR, Russell RM. Modified MyPyramid for older adults. *J Nutr,* 2008; 138:5-11.

Actividad física, sedentarismo y obesidad

Marta Garaulet Aza* y M.^ª del Carmen Sánchez Moreno

*Profesora Titular.

**Departamento de Fisiología Animal. Facultad de Biología. Universidad de Murcia. Murcia.

Resumen

El presente capítulo realiza un completo recorrido por las distintas facetas del tratamiento de la obesidad mediante el ejercicio físico. Se abordan cuestiones como la influencia de los factores ambientales en el desarrollo de la obesidad (lo que se ha dado en llamar “entornos obesogénicos”), reveladores datos epidemiológicos, la situación actual en España, las políticas de actuación en Salud Pública, la variedad de factores que influyen sobre la actividad en niños y adolescentes y diversas propuestas pragmáticas y factibles para prevenir y tratar la obesidad en un mundo globalizado como el de hoy.

La obesidad, una cuestión de física: gasto menor a ingesta

Hoy en día puede parecer superfluo exponer conceptos que son bien conocidos, como que la obesidad es muy frecuente en la mayor parte del mundo, que es un factor de riesgo cardiovascular, o que está unida a un balance calórico positivo. A pesar de todo, todavía nos queda mucho que saber sobre obesidad, por lo que aún estamos bastante lejos de alcanzar aquello que Nietzsche llamó “la tristeza de las cosas terminadas”.

A lo largo de la historia la obesidad ha sufrido distintas interpretaciones. Mientras que para los hombres de la edad de piedra, era símbolo de maternidad y fertilidad, ya Hipócrates en la Grecia Clásica la consideró no sólo como una causa de infertilidad en la mujer sino como una enfermedad: “la muerte súbita es más común en aquellos individuos obesos que en los delgados”.

Desde entonces numerosas explicaciones se han pretendido dar a la obesidad: que es una desobediencia a la naturaleza, que es consecuencia de la inspiración de aires húmedos, que es una enfermedad asténica debida a la falta de estimulación, o que se produce por una mala oxidación de las grasas.

Este gran desconocimiento en lo que se refiere a las causas de la obesidad ha dado lugar a tratamientos tan dispares como inspirar oxígeno para oxidar las grasas, comer jabón para disolverlas o tomar baños fríos para evitar la laxitud del tejido adiposo.

El término obesidad deriva de la expresión griega *ob-edere*, que significa “sobre-ingesta”, considerándose durante siglos como sinónimo de glotonería y expresión de un consumo excesivo

de alimentos. Actualmente la obesidad se define por algunos autores como el exceso de grasa corporal que se acumula en el tejido adiposo a consecuencia de un ingreso calórico superior a las necesidades del individuo. Otros autores la consideran como un compendio de enfermedades que comparten un mismo signo: el excesivo acúmulo de tejido adiposo. Ser obeso, tal como define Bray, significa tener una proporción anormalmente elevada de grasa corporal.

Se ha planteado con insistencia la posibilidad de que los obesos desarrollen la patología debido a un menor gasto energético, dado que múltiples estudios han demostrado que la gran mayoría de obesos no ingieren más calorías de lo normal. Así, un individuo puede desarrollar obesidad si su gasto energético es inferior al normal. Uno de los componentes más variables del gasto energético total es el **gasto por actividad física**, la mayor parte de los estudios demuestran que el gasto energético frente a la misma actividad física es superior en obesos que en delgados, debido a que tienen que realizar un mayor esfuerzo para desplazar un mayor peso corporal. Sin embargo, si se ajustan las diferencias entre el peso corporal de ambos individuos, se aprecia que los obesos mantienen niveles de gasto energético similares a los no obesos.

Está demostrado que existe una relación directa entre adiposidad y sedentarismo, y que el gasto energético total por actividad está claramente disminuido en los sujetos obesos. Sabemos que el ejercicio es capaz de inducir un balance energético negativo no sólo por su coste directo de actividad física, sino también por sus efectos sobre el metabolismo basal. Estudios transversales han encontrado algún tipo de asociación entre la actividad física en el tiempo de ocio (inversa) o el tiempo destinado a estar sentado (directa) con el índice de masa corporal (IMC) (1). Así, una baja participación en actividades deportivas, una ausencia de interés en participar en la actividad física y un alto número de horas de permanencia sentado en el trabajo son predictores significativos de la obesidad. Por lo tanto, el sedentarismo *per se*, puede ser una causa relevante que explicaría la gran incidencia de sobrepeso y obesidad en la civilización actual. Todavía no se conoce con certeza si los obesos son menos activos a causa de su obesidad o si su sedentarismo causa la obesidad.

Un ambiente obesogénico

Ciudades, jardines, barrios y edificios

La globalización nos aporta a nivel de salud muchas desventajas... Buena prueba de ello son los distintos estudios que muestran que la obesidad afecta por igual –en niños de corta edad– a las distintas razas y clases sociales. Es una epidemia global y alcanza todos los niveles; un niño o adolescente americano, pongamos por caso, se encuentra rodeado durante las 24 horas de su vida diaria, de un ambiente que podríamos definir como “obesogénico”.

El entorno urbano, los barrios, las ciudades, no parecen estar diseñadas hoy día para llevar una vida activa y saludable. Diferentes estudios ponen de manifiesto que el diseño de espacios e

incluso edificios tiene una influencia clara en el nivel de actividad física que desarrollan sus habitantes.

Si levantamos la vista del barrio, podremos volar mentalmente para observar el diseño de las ciudades; no cuentan con aceras anchas, cómodas y seguras para la práctica de deportes o para disfrutar de un paseo andando o en bici. El tráfico y una red insuficiente de eficientes transportes públicos obligan a la mayor parte de la población a hacer sus desplazamientos diarios en coche, reduciendo drásticamente el uso de “las piernas”, evidentemente. El barrio en el que vives va a ser determinante en el grado de actividad (a veces no tiene nada que ver con el poder adquisitivo); si hay parques, zonas de recreo o instalaciones deportivas como gimnasios, piscinas, pistas de baloncesto, campos de fútbol, etc. los niños suelen hacer más deporte. Un estudio realizado en Texas (EE. UU.) mostró que los barrios latinos presentan mejores condiciones para que los vecinos anden, paseen o practiquen deporte que los barrios de blancos no hispanos de alto nivel económico. El tipo de tiendas de alimentación influye igualmente en el grado de obesidad de los habitantes de una ciudad. Si hay muchos Mc Donalds, burgers, etc. éstos presentarán un sobrepeso mayor que si están rodeados de mercados o supermercados con productos frescos (2).

De modo similar, las personas que viven en edificios con escaleras de fácil acceso están más delgadas, ya que suelen utilizar mucho más las escaleras que en aquellos en las que están en zonas no visibles y el ascensor presenta un papel protagonista. Los espacios verdes y abiertos, desafortunadamente, son escasos o resultan inseguros. La violencia callejera disuade a los padres de frecuentar parques y jardines con sus hijos (3).

El entorno escolar

Otro factor que también influye en el grado de actividad en la niñez es la importancia que se le da al deporte en el colegio en el que se estudia. En aquellos centros escolares que tienen más actividades deportivas, cuentan con mejores instalaciones y programan actividades extraescolares verdaderamente “activas”, los niños suelen ser más deportistas y más delgados.

La inactividad como causa de obesidad

Datos epidemiológicos: niños, adultos y ancianos

Se estima que existen 9 millones de niños con sobrepeso –dentro de los cuales, la mitad son obesos–, esto los coloca automáticamente en riesgo de padecer diabetes tipo 2, enfermedad cardiaca, problemas de colesterol, hipertensión arterial, cáncer y otra serie de enfermedades crónicas (4).

Recientes investigaciones han centrado su atención en la evolución de la obesidad de los adultos americanos, observando que el peso corporal y el índice de masa corporal (IMC) han aumentado en el conjunto de la población desde 1976 hasta 2006. Este aumento de peso gradual (de 0,4 a 0,9 kg por año) (4), se puede prevenir y/o combatir con pequeños cambios en la conducta,

como la práctica de ejercicio físico moderado en intervalos de corta duración, pero mantenidos en el tiempo. Se proponen al mismo tiempo curiosas fórmulas para conseguirlo: el retorno a antiguos estilos de vida y de ocio mucho más activos y saludables que los actuales, como los de la comunidad Amish, en los EE. UU.: desplazamientos diarios, trabajo y transportes mucho menos tecnológicos y una vida sencilla en contacto con la naturaleza.

Incluso en la vejez se está demostrando altamente recomendable la práctica de actividad física. Mejora la salud general, la capacidad funcional, la calidad de vida y la independencia en la senectud. A nivel cognitivo retrasa la aparición de demencias y Alzheimer, e incluso algunos estudios afirman que en pacientes afectados en las primeras fases de esta enfermedad, después de un entrenamiento físico continuado, mejoran sustancialmente su memoria y habilidades cognitivas. Por lo tanto podemos afirmar que el deporte es recomendable durante todas las etapas de la vida y sus beneficios se extienden de los 6 a los 90 años.

A pesar de la promoción de los programas de actividad física en la población general, el tiempo de ocio sigue distribuyéndose en su mayor parte en actividades sedentarias (televisión, ordenador, ipod, videojuegos).

Si tenemos en cuenta que los costes médicos directos asociados a la inactividad física se acercan a los 76,6 billones de dólares en el año 2000 y el coste de la morbilidad asociada a obesidad en niños y adolescentes se ha triplicado en los últimos 30 años en los EE. UU. (de 35 millones de dólares en 1979 a 127 millones de dólares en 1999), es razonable argumentar que la inversión en políticas públicas se hace absolutamente necesaria.

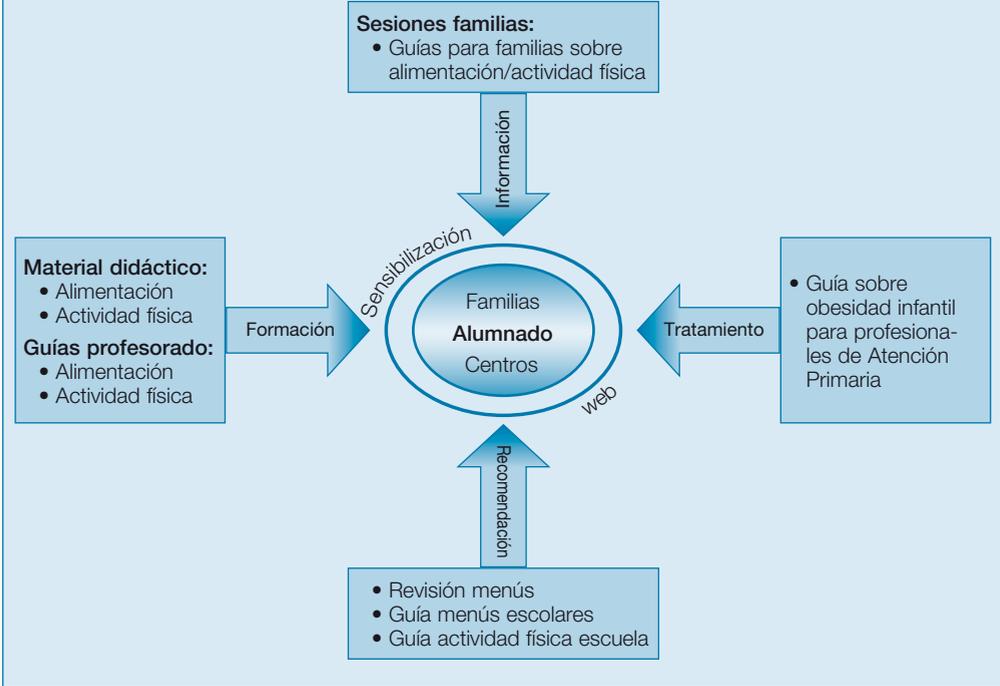
Situación en España

En España estas políticas de actuación tienen su más claro exponente en la estrategia NAOS (Estrategia para la Nutrición, Actividad Física y Prevención de la Obesidad), que coordina a nivel nacional distintos organismos públicos y privados para la adopción de hábitos de vida saludables.

Asimismo y como parte de la estrategia NAOS, las seis comunidades autónomas (Andalucía, Canarias, Castilla y León, Extremadura, Galicia y Murcia) que presentan una mayor prevalencia de obesidad infantil, pusieron en marcha el programa PERSEO durante los cursos 2007/2008 y 2008/2009. Este programa piloto coordinó cuatro niveles de intervención sobre las familias, el centro escolar y el alumnado: información mediante sesiones explicativas, formación mediante entrega de material didáctico, recomendación con la entrega de guías sobre alimentación y actividad física, y tratamiento por medio de la sensibilización de los profesionales de Atención Primaria (figura 1).

En la figura 2 podemos apreciar los porcentajes de obesidad observados en el alumnado total del estudio (aproximadamente 13.000 alumnos de entre 6 y 10 años de edad). Se evaluaron *in situ* los hábitos del alumnado y su entorno escolar mediante una serie de intervenciones sencillas

Figura 1. Esquema general de las actuaciones realizadas dentro del programa piloto PERSEO



Programa PERSEO: <http://www.perseo.aesan.mspes.es/> (último acceso, 6 octubre 2009).

Figura 2. Porcentaje de obesidad por grupos de edad y sexo en el total del alumnado estudiado durante los cursos 2007/2008 y 2008/2009



Programa PERSEO: <http://www.perseo.aesan.mspes.es/> (último acceso, 6 octubre 2009).

(valoración antropométrica, registro de actividad física mediante podómetros, encuesta dietética, revisión de menús escolares, etc.) en 67 centros escolares (5).

El primer informe de resultados sugiere que es más eficiente la prevención que tan sólo el tratamiento. La mayor parte de los alumnos participantes en el proyecto PERSEO se desplazan habitualmente caminando hasta el colegio, aunque un 35% lo hace en coche (figura 3). El 52% participa en actividades deportivas (fútbol y natación fundamentalmente) (figura 4). El 13% no realiza nunca actividades deportivas y el 9,8% lo hace sólo una hora por semana. Es decir, cerca de uno de cada cuatro escolares no practica actividades deportivas de manera habitual o lo hace con una dedicación inferior a una hora cada semana. Un 38% de los escolares sólo participa en actividades deportivas vinculadas al colegio. Es más, el 12,5% refiere que no participa en juegos que requieran actividad física fuera del colegio habitualmente y un 21% más lo hace menos de una hora cada semana. Habitualmente, el 51% de los escolares realiza 60 o más minutos de actividad física cada día, 2-3 días por semana y solo el 38% lo hace durante 4 o más días (figura 5) (5).

Ejercicio físico en el tratamiento de la obesidad: el uso del podómetro

El ejercicio físico es un componente clave en el tratamiento de la obesidad, ya que puede ayudar a incrementar el gasto energético, disminuir la ingesta de alimentos, aumentar la autoestima y superar la depresión (6, 7, 8). No obstante, los resultados son llamativamente más efectivos cuando se añaden tratamiento dietético y actividad física (9).

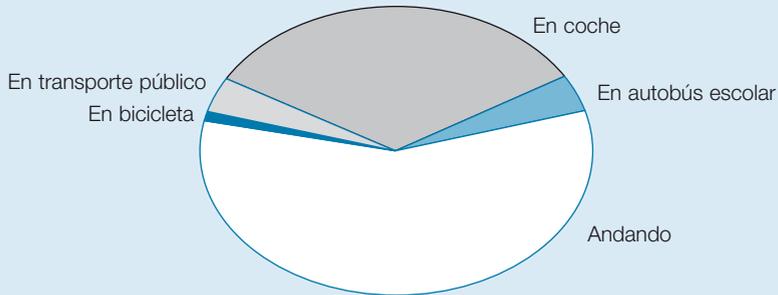
Diversos estudios muestran que el ejercicio físico puede llegar a ser una herramienta muy útil, ya no en el adelgazamiento, sino en el mantenimiento de un peso saludable a largo plazo, además de aumentar la capacidad máxima de oxígeno (VO máx.), y por tanto la salud cardiorrespiratoria (9).

En la práctica clínica, y más concretamente en la terapia de comportamiento, uno de los principales objetivos debe de ser el establecimiento de programas de ejercicio diseñados apropiadamente para el individuo obeso y lo que es más importante, con objetivos alcanzables por el paciente. De este modo evitamos expectativas poco realistas, que pueden llevar a desengaños y finalmente al abandono de la actividad física propuesta.

Se ha demostrado que para perder peso, la reducción del comportamiento sedentario –la televisión sigue siendo su principal representante–, es tan efectiva como aumentar el ejercicio específico (9, 10).

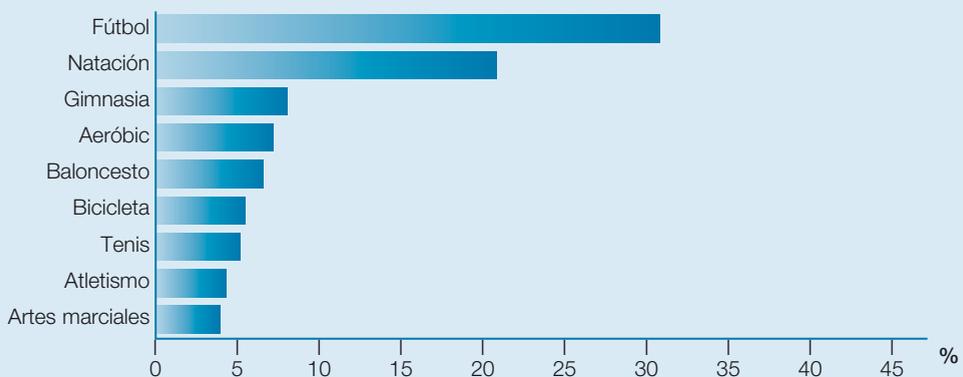
El uso del podómetro (aparato diseñado para medir el número de pasos o movimientos que se realizan al día) (figura 6), y más concretamente el objetivo de alcanzar 10.000 pasos diarios, es una manera práctica de disminuir el sedentarismo (11). Resulta económico y facilita la consecución de las recomendaciones de realizar de 60 a 90 minutos diarios de actividad física moderada. Multitud de estudios afirman que los pacientes que utilizan podómetro aumentan significativamente el

Figura 3. Medio de desplazamiento habitual al colegio



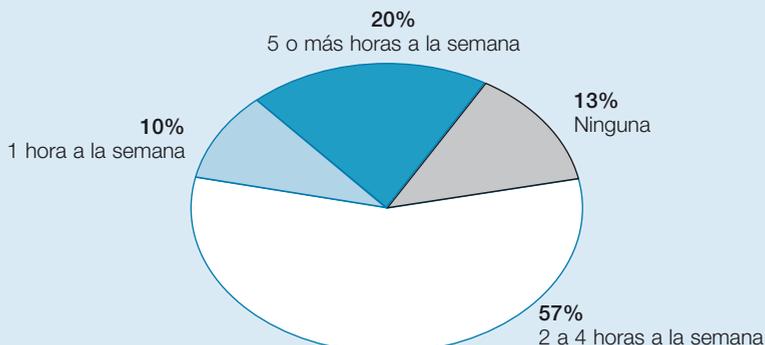
Programa PERSEO: <http://www.perseo.aesan.msps.es/> (último acceso, 6 octubre 2009).

Figura 4. Porcentaje de escolares que habitualmente participa en prácticas deportivas escolares y extraescolares, según modalidad



Programa PERSEO: <http://www.perseo.aesan.msps.es/> (último acceso, 6 octubre 2009).

Figura 5. Hábitos de práctica deportiva. Distribución de los escolares según el número de horas semanales dedicado a prácticas deportivas



Programa PERSEO: <http://www.perseo.aesan.msps.es/> (último acceso, 6 octubre 2009).

Figura 6. Podómetro



número de pasos que realizan al día, asociando una meta concreta y su consecución como una parte gratificante del tratamiento para la pérdida de peso. Por tanto, se recomienda a los profesionales de la salud el uso de podómetros en pacientes sedentarios como estrategia efectiva para la adopción de hábitos de vida más saludables (12, 13).

Los diarios de actividad son también útiles para el seguimiento individual del grado de inactividad (número de horas sentado o tumbado al día), el tiempo dedicado a la práctica de un ejercicio específico y otras actividades del paciente (tabla 1) (14).

Tabla 1. Resumen de actividad diaria de un paciente. Adaptado de Cooper et al, 2003*

Inactividad (horas)	8 horas en cama, 3 horas sentado
Actividad diaria (pasos)	3.860 pasos
Ejercicio específico (minutos o tipo)	Tenis (1 hora)

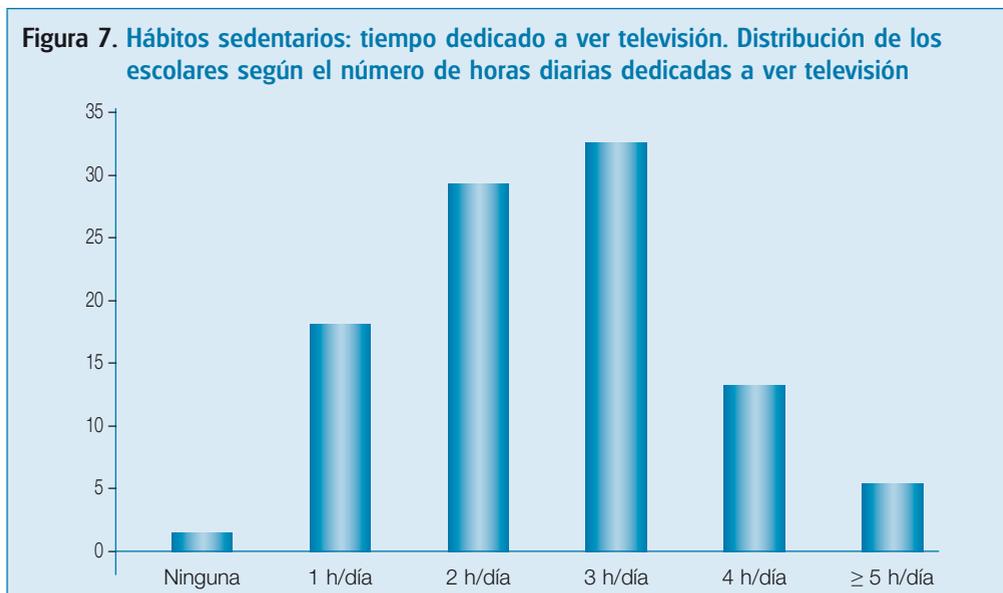
*Cooper Z, Fairburn CG, Hawker DM. *Cognitive-Behavioral treatment of obesity. A clinician's guide.* The Guilford Press. New York. 2003.

¿Qué pasa con los niños?

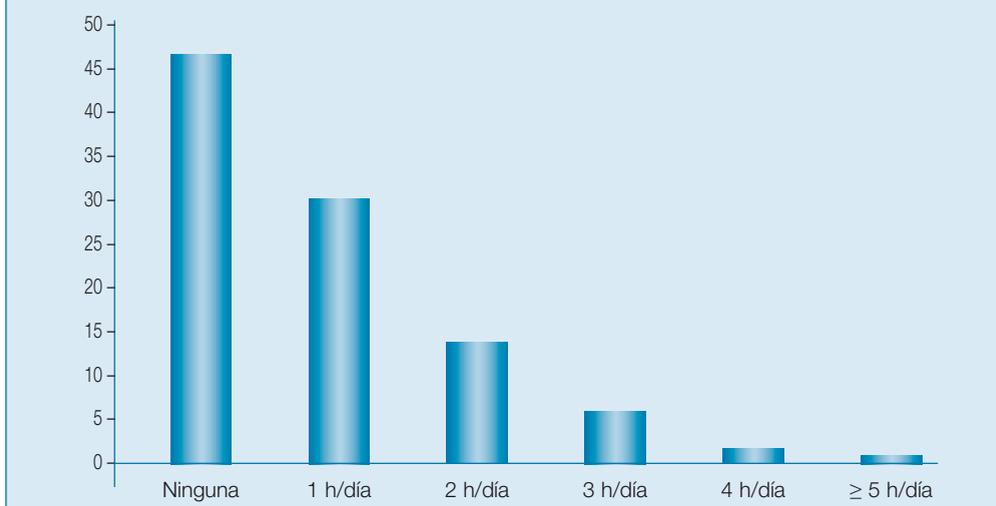
El Gobierno de EE. UU., en vista del gran problema actual de sedentarismo y obesidad ha publicado unas nuevas guías sobre el ejercicio físico en las que se nos transmite con urgencia que es necesario realizar actividad física moderada al menos 30 minutos diarios en adultos y 60 minutos en niños y adolescentes, es decir, el doble en niños que en adultos. Con esto, aseguran, “podremos conseguir un buen estado de salud física y psíquica y mejorar la calidad de vida de todas las personas con cualquier estado de salud, de cualquier edad, incluso en situaciones de enfermedad crónica o discapacidad”. Dicen estas guías que cualquier tiempo invertido en actividad física es preferible al sedentarismo (15).

Sabemos sobradamente que los deportes ayudan a los niños a desarrollar destrezas físicas, a socializar, a divertirse, a aprender a jugar formando parte de un equipo, a jugar limpio y a mejorar su autoestima. En definitiva, son fuente inagotable de lecciones y escuela de valores para la vida adulta.

En América se dedica mucho esfuerzo y dinero para conseguir buenos atletas entre sus jóvenes, han hecho miles de películas exaltando los valores de la competición, del deporte, etc. Paradójicamente, y a pesar de las virtudes del ejercicio físico, apenas la mitad de los niños entre 6 y 18 años en España cumplen las recomendaciones diarias sobre actividad física (las chicas en menor proporción que los varones) y el 60% pasa más de dos horas diarias realizando tareas sedentarias (figura 7, figura 8) (16).



Programa PERSEO: <http://www.perseo.aesan.mspes.es/> (último acceso, 6 octubre 2009).

Figura 8. Hábitos sedentarios: tiempo dedicado a jugar con el ordenador y videojuegos

Programa PERSEO: <http://www.perseo.aesan.mspes.es/> (último acceso, 6 octubre 2009).

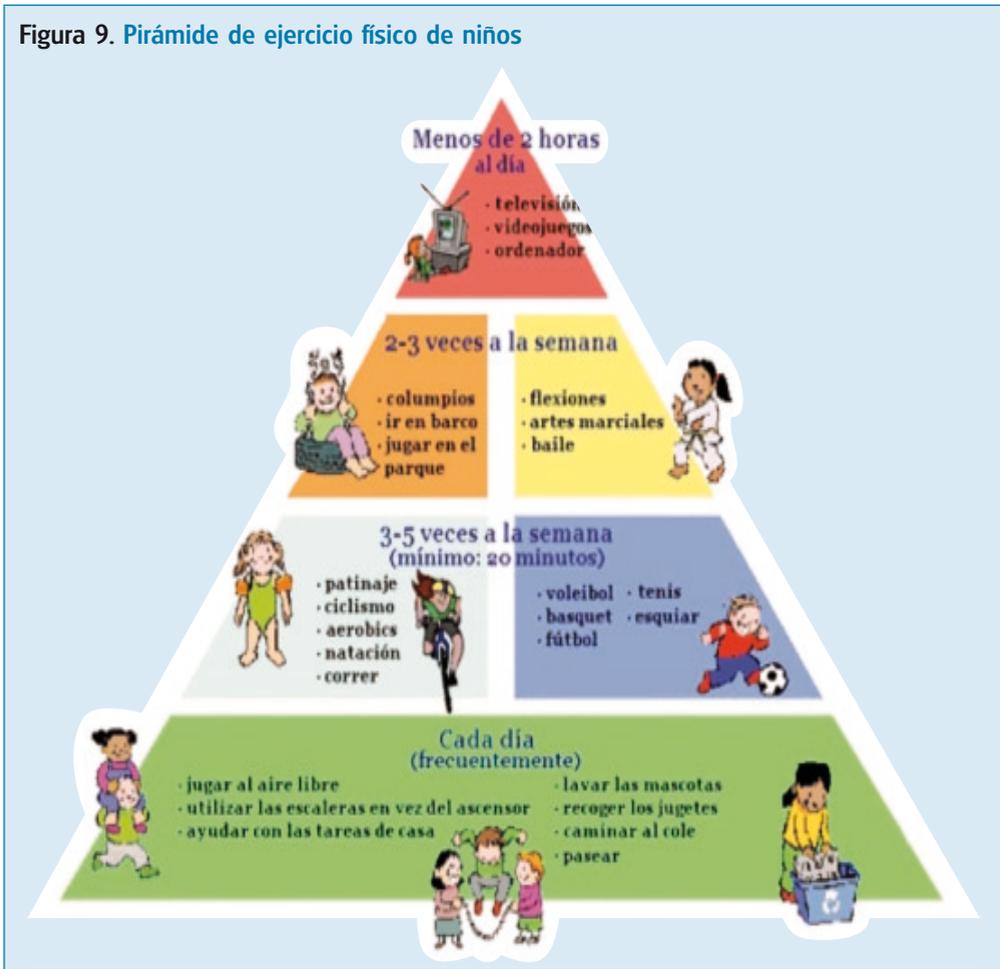
Con el propósito de mentalizar a la población sobre la necesidad de aumentar la actividad física en nuestros niños se ha diseñado una nueva pirámide educativa de ejercicio físico que pretende convertirse en un equivalente de la Pirámide Alimenticia que recoge los principales consejos nutricionales para cubrir una dieta equilibrada (figura 9). Esta pirámide nos muestra que hay que “moverse” al menos durante una hora al día tal como proponen las guías americanas.

La base está constituida por lo que debe hacerse todos los días: ir al colegio andando, jugar al aire libre, pasear por las tardes o ayudar en las tareas de la casa. En el siguiente nivel de la pirámide, encontramos las actividades deportivas: las que realizan en el colegio y las actividades extraescolares. Son ya deportes de cierta intensidad (los que hacen sudar y provocan la falta de aliento). Se sabe que para que sean eficaces deben practicarse con continuidad en el tiempo y en sesiones de una duración mínima de 20 minutos. Ya en el tercer lugar de este escalafón se sitúan las actividades encaminadas a potenciar el ocio saludable, la flexibilidad y la fuerza: jugar en los columpios y en el parque. Se deben llevar a cabo dos o tres veces semanales. Y por último, en la cúspide de la gráfica, se encuentra lo que menos tiempo debería ocupar a los niños: ver televisión, jugar videojuegos o pasar largas horas en el ordenador (14).

Se hace necesario completar el ejercicio físico del horario escolar con actividades extraescolares deportivas en función de sus gustos y preferencias (fútbol, tenis, piscina, judo, etc.).

Factores a tener en cuenta son el interés y el apoyo que el niño reciba de sus padres. Predicar con el ejemplo parece lo más recomendable, y el hecho de que los adultos también hagan deporte es motivador para los pequeños, que tienen sobre todo en la figura de su padre -en el aspecto deportivo-, un modelo a seguir y unas pautas de referencia.

Figura 9. Pirámide de ejercicio físico de niños



Modificado y adaptado de: *Healthy Kids, Healthy Communities, a Durham Public Schools initiative funded by the NC Health and Wellness Trust Fund Commission, 2004.*

He aquí algunos de los consejos que el profesor Kahan propone en su libro "Supersized P.E.", para transformar la "pasividad" de los niños en "actividad":

- Mantenerlos en movimiento también durante el invierno durante varias horas. Se pueden planificar algunas actividades divertidas y sencillas animándolos de ese modo al juego espontáneo.
- Poner un filtro a las pantallas. Aunque estén de vacaciones, crea un horario razonable de exposición a los videojuegos, el ordenador y la televisión. La Academia Americana de Pediatría recomienda no más de dos horas de programación de calidad por día.
- Evita la exposición en público. Busca un lugar donde el niño se sienta cómodo y pueda seguir su propio ritmo.

La Asociación Americana de Pediatría y la Clínica Mayo sugieren las siguientes actividades:

- Niños de 2 a 3 años: los juegos no estructurados en una variedad de entornos seguros. Observar al niño cuando realice los movimientos básicos: caminar, correr, moverse, tirarse y nadar.
- Niños pre-escolares de 4 a 6 años: pueden caminar largas distancias y también correr, bailar, trepar y jugar a la pelota. Supervisa su tiempo de juego y organiza sus actividades.
- Niños en edad escolar de 7 a 9 años: caminar, correr, hacer gimnasia e ir en bicicleta son los ejercicios más populares en esta edad. Ya pueden participar en equipos deportivos, siempre y cuando lo disfruten y no lo hagan bajo presión.

Caminar y subir escaleras es una actividad física muy económica y está al alcance de todos. También el uso de un podómetro es adecuado para los niños, ya que lo consideran como un juego, en general les entusiasma, y les ayuda a automotivarse con metas concretas.

Políticas de actuación en Salud Pública

En los últimos cincuenta años hemos observado una vertiginosa modificación del entorno social, cultural, político y económico. Debido a esta rápida evolución, se hace imprescindible analizar en profundidad la participación de los diferentes factores y, a través de las legislaciones nacionales e internacionales y de los organismos sanitarios competentes en Salud Pública, tomar medidas activas para optimizar los comportamientos saludables, modificando aquellos que resultan nocivos (17).

En primer lugar, y antes de llevar a cabo un plan de intervención, es necesario conocer cuál es la situación actual de la población a la que va dirigido, con el fin determinar qué aspectos deben mantenerse y cuáles modificarse. La educación y concienciación de la población juegan sin lugar a dudas un objetivo prioritario, ya que sin éstas, una modificación diacrónica de los hábitos de vida difícilmente puede llegar a producirse. Numerosos organismos nacionales e internacionales se reúnen cada cierto tiempo en busca de soluciones para frenar una epidemia que parece a día de hoy imparable: la obesidad. No lo es, pero hay que ponerse manos a la obra, y con urgencia. Veamos a qué conclusiones han llegado hasta ahora los americanos.

Optimización de instalaciones comunitarias

Todas aquellas instalaciones –gimnasios, espacios comunitarios, campos, terrenos, zonas valladas y, en definitiva, cualquier espacio infrautilizado que pueda ser apto para la práctica deportiva vecinal–, han de ser aprovechadas por la comunidad para la práctica de ejercicio físico, actividades al aire libre y relación social. Se han realizado ya experiencias locales extrapolables a nivel estatal. La regulación del uso del terreno es una obligación de los gobiernos locales, que deben velar por la seguridad y bienestar de la población, convirtiendo esos espacios en lugares públicos seguros y de coste asequible para la práctica de ejercicio físico cotidiano por parte de la comunidad (18, 19).

Normalización de los hábitos saludables

Los estilos de vida que integran el deporte o el ejercicio físico de modo habitual en la rutina diaria se han de propiciar, facilitar, subvencionar y aplaudir. Si las modas o las costumbres mayoritarias de la población no reconocen un saludable y activo entendimiento del tiempo de ocio, se han de afejar estas conductas. Es necesario crear un nuevo clima social y legal donde todos los esfuerzos se aúnen en esta dirección. La educación y la asunción de un estilo de vida saludable no sólo es deseable, sino necesario. Se trata en primer término de una opción personal, después familiar, comunitaria, local, ciudadana, nacional y social. No debemos olvidar que en última instancia es la voluntad personal la que obra los principales cambios en el comportamiento, aunque el clima o entorno circundante sean determinantes, como ya hemos visto anteriormente, y así lo demuestren numerosos estudios (20).

Diseño y concepción de espacios saludables

Especialistas en Salud Pública junto a promotores y arquitectos han de trabajar conjuntamente para que las políticas de actuación públicas en materia de actividad física sean una realidad factible. Los entornos en los que desarrollamos la mayor parte de nuestra vida han de ser concebidos como algo más que un lugar de producción (casa-trabajo-casa). No en vano en ellos desarrollamos nuestra vida profesional, familiar, cultural y de ocio. Es necesario que sean entendidos como un espacio único e integrado en el que desplazarse andando al trabajo o practicar jogging no suponga una audacia temeraria o una misión imposible. Vivimos, trabajamos y nos divertimos, y el modo en que lo hacemos repercute directamente sobre nuestra salud. Podemos decir sin miedo a equivocarnos que el entorno que nos rodea es fruto de las decisiones y planificaciones que se hicieron de ese mismo terreno hace 50 años. De nosotros depende diseñar los nuevos o modificar los antiguos para que sean realmente entornos saludables (19, 20, 21).

Coordinación de esfuerzos

La educación y las campañas han de actuar de manera conjunta sobre todos los estratos sociales implicados en el problema para que resulten verdaderamente eficaces. Un ejemplo de incoherencia –desafortunadamente no son infrecuentes–, sería poner en marcha una campaña cuyo objetivo principal fuese concienciar a niños y adolescentes de la necesaria práctica diaria de ejercicio físico sin dotar a los colegios de las adecuadas instalaciones o sin la adecuada y suficiente programación de actividades deportivas en el horario escolar (12).

Las políticas de actuación deben promover un cambio efectivo en los hábitos de vida, basándose en una promoción real del ejercicio físico como parte de una vida más plena y saludable. En modo alguno deben considerarse gravosas para el estado ni para el ciudadano de a pie, más bien todo lo contrario; una inversión en ejercicio físico, a todos los niveles (educativo, social, sanitario, urbanístico y particular), es ahorro en salud, en tiempo, calidad de vida y gasto sanitario (22, 23).

Conclusión

Nos encontramos ante un verdadero reto: un esfuerzo para el cambio (conductual, comportamental, de estilos de vida, etc.). Hemos de trabajar en sinergia para que familia, entorno escolar, mundo empresarial y sistema sanitario coordinen estrategias en una apuesta común: la actividad física como prevención y tratamiento de la obesidad. No será sencillo, pero es necesario, y al decir de Henry Kissinger: "lo necesario es siempre posible". Así que: ¡Movámonos juntos!

Bibliografía

1. Lobstein T, Millstone E. Context for the PorGrow study: Europe's obesity crisis. *Obes Rev*, 2007; 8(Suppl 2):7-16.
2. Hill JO, Peters JC, Catenacci VA, Wyatt HR. International strategies to address obesity. *Obes Rev*, 2008; 9(Suppl 1):41-7.
3. Sallis JF, Glanz K. Physical activity and food environments: solutions to the obesity epidemic. *Milbank Q*, 2009; 87(1):123-54.
4. Wieting JM. Cause and effect in childhood obesity: solutions for a national epidemic. *J Am Osteopath Assoc*, 2008; 108(10):545-52.
5. Programa PERSEO. <http://www.perseo.aesan.msps.es/> (último acceso, 6 octubre 2009).
6. Thompson PD, Buchner D, Pina IL, Balady GJ, Williams MA, Marcus BH. Exercise and physical activity in the prevention and treatment of atherosclerotic cardiovascular disease: a statement from the council on clinical cardiology (Subcommittee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention) and the council on nutrition, physical activity, and metabolism (Subcommittee on Physical Activity). *Circulation*, 2003; 24:3109-16.
7. Cioffi K. Factors that enable and inhibit transition from a weight management program: a qualitative study. *Health Educ Res*, 2002; 17(1):19-26.
8. Isnard P, Michael G, Frelut M, Vila G, Falissard B, Naja W. Binge eating and psychopathology in severely obese adolescents. *Int J Eat Disord*, 2003; 34(2):235-43.
9. Mun EC, Blackburn GL, Matthews JB. Current status of medical and surgical therapy for obesity. *Gastroenterology*, 2001; 120:669-81.
10. Levine JA, Eberhardt NL, Jensen MD. Role of non-exercise activity thermogenesis in resistance to weight gain in humans. *Science*, 1999; 283:212-4.
11. Epstein LH, Paluch RA, Gordy CC, Dorn J. Decreasing sedentary behaviours in treating pediatric obesity. *Arch Pediatr Adolesc Med*, 2000; 154:220-6.
12. Steinbeck K. Obesity: the science behind the management. *Int Med J*, 2002; 32:237-41.
13. Hacken NH, Greef MH. Pedometers for monitoring and improvement of the level of physical activity. *Ned Tijdschr Geneesk*, 2008; 152(4):193-7.
14. Bravata DM, Smith-Spangler C, Sundaram V, Gienger AL, Lin N, Lewis R, Stave CD, Olkin I, Sirard JR. Using pedometers to increase physical activity and improve health: a systematic review. *JAMA*, 2007; 298(19):2296-304.

15. Garaulet M. La terapia de comportamiento en el tratamiento dietético de la obesidad y su aplicación en la práctica clínica. *Rev Esp Obesidad*, 2006; 4(4):22-37.
16. Garaulet M. Niños a comer. Ed. Editec@red. España. 2008.
17. World Health Organization (WHO), Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO). <http://www.fao.org/docrep/005/AC911E/AC911E00.HTM> (último acceso, 6 octubre 2009).
18. Álvarez C, Peiró S. Informe SEPAS 2000. Sociedad Española de Salud Pública y Administración Sanitaria. La Salud Pública ante los desafíos de un nuevo siglo. Ed. Escuela Andaluza de Salud Pública. Granada. 2000.
19. Economos C, Irish-Hauser S. Community Interventions: A Brief Overview and Their Application to the Obesity Epidemic. *J Law Med Ethics*, 2007; 131-7.
20. Ashe M, Feldstein LM, Graff S, Kline R, Pinkas D, Zellers L. Local venues for change: legal strategies for healthy environments. *J Law Med Ethics*, 2007; 35(1):138-47.
21. Serra L, Aranceta J, Mataix J. Nutrición y Salud Pública. Métodos, bases científicas y aplicaciones. Ed. Masson. Barcelona. 1995.
22. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <http://www.fao.org/docrep/V7700T/v7700t04.htm> (último acceso, 6 octubre 2009).
23. Public Health Nutrition. <http://www.cabi.org> (último acceso, 6 octubre 2009).

Trastornos de la conducta alimentaria y deporte

Nieves Palacios Gil-Antuñano

Jefe de Servicio. Servicio de Medicina, Endocrinología y Nutrición. Centro de Medicina del Deporte. Consejo Superior de Deportes. Madrid.

Resumen

Los trastornos de la conducta alimentaria (TCA) hacen referencia al conjunto de actitudes y estrategias asociados a una preocupación permanente y excesiva por el peso y la imagen corporal. Se pueden dar a lo largo de toda la vida en ambos sexos, aunque son más habituales durante la adolescencia y en las mujeres. Es frecuente la cronificación de esta alteración, con proliferación de casos subclínicos.

Los deportistas constituyen una población especial en lo que se refiere a la alteración en la percepción de su imagen corporal. Afrontan un mayor riesgo para desarrollar trastornos en la conducta alimentaria debido al propio ambiente deportivo, que llega no sólo a precipitar estos tipos de desórdenes en una persona predispuesta (o exacerbar algún síntoma ya existente), sino que incluso los legitima.

Los indicios y signos de estas alteraciones en los deportistas de élite de algunas disciplinas determinadas a menudo son considerados como algo natural y se ignoran. Prevalecen sobre todo en mujeres y en deportes en los que se requiere una imagen corporal definida y una categoría de peso determinada. La exigencia de resultados y la presión a la que se someten muchos deportistas pueden desencadenar su desarrollo. Todo parece indicar que la práctica deportiva suma varios factores de riesgo, con lo que las posibilidades de enfermar aumentan.

Introducción

La obsesión desmedida y anómala por el aspecto físico forma parte de la humanidad desde sus orígenes. Aunque la atención excesiva a la apariencia externa ha existido siempre, en la actualidad está alcanzando unas proporciones extraordinarias. Las formas y métodos para conseguir exhibir los patrones vigentes de belleza generan un ingente número de programas en los medios de comunicación audiovisuales, una gran cantidad de anuncios en los periódicos, y mueven enormes cantidades de dinero. En algunas ocasiones estos métodos para conseguir unos objetivos físicos irreales ocasionan severas alteraciones de la salud (1).

Los trastornos de la conducta alimentaria hacen referencia al conjunto de actitudes y estrategias asociados con una preocupación permanente y excesiva por el peso y la imagen corporal.

Tanto la Asociación de Psiquiatría Americana (APA) como la Organización Mundial de la Salud (OMS) consideran que los dos TCA más definidos son la anorexia y la bulimia. La APA distingue además los trastornos por atracón. Por otra parte, existen los denominados Trastornos del Comportamiento Alimentario No Especificados o TCA-NE, que aunque no se corresponden con los criterios diagnósticos para anorexia nerviosa y bulimia, sí se encuentran con frecuencia en la práctica clínica, afectando fundamentalmente a adolescentes y mujeres jóvenes.

La incidencia de los trastornos alimentarios es superior en los grupos de población que están sometidos a una presión social intensa, como ocurre en aquellas personas que llevan a cabo actividades que requieren una figura muy esbelta. La alteración de la percepción de la imagen corporal puede dar lugar a un amplio espectro de desórdenes en la conducta alimentaria, dañinos para la salud, encaminados a perder peso y conseguir una apariencia más delgada (2, 3).

En las últimas décadas se han producido dos hechos que han coincidido en el tiempo:

1. Un aumento en el número de mujeres que realizan actividad física intensa y deporte de competición.
2. Un incremento en la incidencia de alteraciones del comportamiento alimentario.

Ambos puntos tienen nexos en común, compartiendo la preocupación por el peso y la realización de ejercicio físico intenso y dietas específicas, por lo que no resulta sorprendente que se haya empezado a discutir la posible relación entre ambos.

Imagen corporal y ejercicio físico

Son muchas las investigaciones que señalan una incidencia elevada de alteraciones del comportamiento alimentario entre los deportistas. Diversos estudios (4, 5) han mostrado que las personas que hacen deporte tienen mayor riesgo de desarrollar algún cuadro de alteración en la conducta alimentaria debido al propio ambiente deportivo, que puede precipitar este tipo de desórdenes en las personas con cierta predisposición. El comienzo de la práctica de ejercicio físico intenso puede ser también el punto de partida del inicio de la realización de alguna irregularidad en la alimentación. Los signos y manifestaciones (6) de estas alteraciones en los deportistas de élite de algunas disciplinas determinadas a menudo son ignorados ya que llegan a ser considerados como algo legítimo y natural. El énfasis en la consecución de un cuerpo libre de grasa, y la aceptación de la necesidad de realizar un ejercicio físico excesivo en el mundo del deporte de alta competición, puede hacer que un desorden de la alimentación ya presente sea más difícil de diagnosticar y de tratar (7).

Los hábitos alimentarios correctos son fundamentales para el rendimiento deportivo, y las anomalías nutricionales pueden influir de forma negativa en la actividad del deportista, y aumentar el riesgo de lesiones. La reducción de la ingesta calórica unida al desequilibrio hidroelectrolítico que se produce en muchos casos, van dar lugar a una disminución tanto de la fuerza, como de la resistencia, velocidad, tiempo de reacción y nivel de concentración del deportista. La restricción calórica



y las conductas purgativas también pueden dar lugar a alteraciones psicológicas, desarreglos menstruales, y pérdida de hueso (tríada de la mujer deportista), y otras complicaciones médicas que incluyen cambios en los sistemas endocrino, gastrointestinal, cardiovascular y termorregulador, con una morbilidad importante (7), que en casos extremos pueden conducir a la muerte.

Prevalencia

Los datos de la prevalencia de las alteraciones en la percepción de la imagen corporal en deportistas son limitados y susceptibles de diferentes interpretaciones, por lo que pueden resultar equívocos. Parece que la proporción de deportistas que sufren trastornos del comportamiento alimentario es superior a la hallada en la población general, especialmente en algunas especialidades deportivas. La estimación de la frecuencia de los síntomas relacionados con desórdenes en el comportamiento alimentario oscila entre el 1 y el 39% según los diferentes estudios (8). Esta variación tan enorme depende en parte de la metodología utilizada para obtener los datos.

Si el procedimiento es a partir de cuestionarios que completan los propios deportistas, los resultados son poco objetivos, ya que muchos deportistas no están familiarizados con el concepto de desórdenes de la alimentación y los asocian sólo con el concepto de anorexia nerviosa. Por otra parte, las personas que padecen bulimia, cuyo peso se encuentra dentro de los límites aceptados como normales, con frecuencia no son conscientes de su estado y por tanto no lo reflejan en los cuestionarios. En otros casos, el miedo a ser descubiertos por las personas de su entorno, y las posibles consecuencias para sus carreras deportivas, condiciona las respuestas a las preguntas. A esto se añade que numerosas prácticas características de los desórdenes de la alimentación son aceptadas como normales por muchos deportistas y sus entrenadores, y por tanto para esta población los estudios con cuestionarios que ellos mismos completan pueden no ser válidos. Éstos deberían ser utilizados como cribado y no como única prueba. La entrevista médica directa con exploración física (9) es un método mucho más fiable, aunque resulta más complicado acceder a la población en estudio, y requiere una mayor inversión de tiempo. Como existen pocos trabajos que definan claramente la población estudiada, resulta difícil la comparación entre las diferentes publicaciones.

Es necesario realizar estudios epidemiológicos a mayor escala, que definan la prevalencia real de los desórdenes de la alimentación en diferentes deportes. También se debería desarrollar una manera estandarizada de reunir las diversas especialidades deportivas para que los datos puedan ser representativos de todas. Los criterios de agrupamiento tendrían que incluir informaciones tan importantes como la forma en que se evalúa cada actividad (subjetiva u objetiva), si se trata de un deporte individual o de equipo, la edad del grupo en estudio, el momento de la temporada, y muchas otras variables.

Deportistas en peligro

Muchos autores afirman que además de las causas desencadenantes comunes para todos los sujetos (personalidad de riesgo, ambiente familiar desfavorable, etc.) el entorno deportivo puede

suponer un peligro adicional, por lo que la pregunta, cuya contestación es clave, es: ¿tienen los deportistas más probabilidades de desarrollar alteraciones en el comportamiento alimentario?

Aunque en todos los deportes existe el riesgo de presentar TCA, hay algunas especialidades deportivas donde surgen, con mayor frecuencia, comportamientos alimentarios patológicos:

- Deportes que establecen categorías de peso: boxeo, lucha, halterofilia, taekwondo, judo.
- Deportes, como los de resistencia, en los que un peso bajo resulta beneficioso para la mejora del rendimiento en la competición: fondo, maratón, triatlón.
- Deportes en los que un peso bajo resulta beneficioso para el desarrollo de los movimientos y que requieren buena presencia ante los jueces: gimnasia, patinaje artístico, saltos de trampolín.

En muchos casos se ejerce una gran presión sobre los deportistas para que mantengan un bajo peso y porcentaje de grasa corporal. Algunas veces una pérdida inicial de peso produce una mejora en la marca personal del deportista, lo que supone una gran motivación para continuar con la reducción de peso. Pero existe un punto a partir del cual la reducción de peso tiene efectos nocivos para la salud y para el rendimiento del deportista. El organismo no recibe la cantidad suficiente de nutrientes para llevar una vida normal y menos aún para realizar entrenamientos intensos, empeoran las marcas, se produce una fatiga constante y las lesiones tardan más en recuperarse.

Por otro lado, en algunos deportes la figura delgada y atractiva son aspectos que se juzgan en la ejecución del ejercicio. Los deportistas se enfrentan al dilema de estar a la vez más fuertes y más delgadas. El recurso más utilizado es restringir la toma de alimentos para mantener un peso corporal bajo. La tremenda presión que sufren les lleva a desarrollar conductas patológicas para el control del peso y consumen dietas bajas en calorías e inapropiadas en calidad nutricional (10).

La incidencia mayor de los TCA dentro del mundo del deporte puede ser debida a la unión de diferentes factores: por un lado la influencia de la presión social puede ser en parte responsable del desarrollo de los TCA; por otro lado, los deportes que exigen un gran control de peso suelen ser elegidos por aquellos individuos que poseen determinadas características de personalidad que los hacen ser más susceptibles para desarrollo de TCA. Por último, hay autores que defienden la existencia de un subtipo en la anorexia nerviosa basado en la actividad o anorexia por hiperactividad. Plantean que el exceso de ejercicio físico puede provocar el inicio de la anorexia nerviosa, y sugieren que la actividad física y la ingesta de alimentos se relacionan recíprocamente, de tal manera que la disminución de la ingesta produce aumento de actividad, que, a su vez, produce una disminución de la ingesta (11).

Factores de riesgo

En el momento actual se reconoce la existencia de una serie de factores socioculturales, psicológicos y biológicos que incrementan la vulnerabilidad de un individuo para desarrollar alteraciones de la alimentación. Conforme aumenta el número y la intensidad de los factores, aumenta el



riesgo de que se inicien los TCA. Sin embargo, no todas las personas con estos trastornos tienen exactamente las mismas causas desencadenantes y algunas, aun presentando ciertos factores de riesgo, nunca llegan a manifestar la enfermedad.

Es fundamental la identificación precoz de los deportistas más vulnerables o las situaciones de peligro más intensas para poder actuar de forma rápida.

Algunos factores de riesgo son los siguientes:

Factores psicológicos: personalidad del deportista

Hay una serie de características psicológicas que se asocian a los pacientes con desorden del comportamiento alimentario secundario a una apreciación anómala de su imagen corporal. A su vez, se ha observado que muchos de los rasgos de personalidad mostrados por los deportistas son similares a los manifestados por los pacientes con este tipo de alteraciones. Ambos grupos se caracterizan por tener altas expectativas personales y ser muy perfeccionistas. Puede ser que estas cualidades que permiten a los deportistas alcanzar el éxito en su actividad les sitúen en un mayor riesgo para desarrollar estos desórdenes (12).

Énfasis en el peso corporal para mejorar el rendimiento

La insatisfacción corporal es un sentimiento esencial en el desarrollo de los TCA. La cultura occidental y contemporánea iguala la delgadez con los conceptos de belleza y felicidad. Los jóvenes, principalmente las mujeres, viven hoy día bajo la presión de estos ideales estéticos que obligan a alcanzar (o desear) un peso que con frecuencia se encuentra por debajo tanto de unos objetivos reales (nunca han pesado tan poco como quieren llegar a pesar) como del considerado mejor para la salud. El énfasis en obtener un peso óptimo para el rendimiento deportivo puede amplificar las presiones sociales y por tanto incrementar el riesgo del deportista para desarrollar un desorden de la alimentación (13). En ocasiones, las personas que hacen deporte o sus entrenadores aseguran que existe un “peso ideal para competir”, generalmente muy bajo, con el cual se alcanzará el máximo rendimiento deportivo. De forma errónea se relaciona delgadez con éxito, en la creencia, muy generalizada, de que con menor peso y porcentaje de grasa los resultados serán mejores.

A veces los deportistas, especialmente los más jóvenes, se sienten empujados a perder peso de todas las maneras posibles, temiendo en exceso la posibilidad de permanecer por encima de su supuesto peso ideal.

Especialización deportiva precoz

La morfología corporal de un individuo generalmente conduce a la práctica de deportes específicos, y en ocasiones puede predecir en parte su éxito deportivo. Un comienzo del entrenamiento específico demasiado temprano, antes de que se produzcan los cambios madurativos, puede impedir a los deportistas elegir la actividad que más se adecue a su morfología corporal en la edad adulta. Esto puede provocar un conflicto en el que se lucha para prevenir o contrarrestar los

cambios físicos naturales propiciados por el crecimiento y la maduración: cuanto más se desvía la morfología corporal de una persona de lo que se considera ideal para un deporte determinado, mayor es el riesgo para presentar una alteración en la percepción de su imagen corporal y desarrollar por tanto TCA. Se ha observado que los deportistas con alteración de la conducta alimentaria comienzan a entrenar a menor edad que los que no la presentan y no suelen cambiar de modalidad deportiva (14).

Tipo de deporte

Los desórdenes de la alimentación pueden aparecer en cualquier deportista. Sin embargo, existen algunas disciplinas deportivas cuya práctica supone un mayor riesgo para el desarrollo de este tipo de comportamiento debido a la exigencia de una imagen corporal característica.

Fogelholm (15) divide a los hombres y mujeres deportistas en cinco categorías según la disciplina practicada: deportes que dan importancia a la estética corporal, deportes de velocidad, deportes de resistencia, deportes en los que se compite por categoría de peso, y deportes de equipo, y encuentra que en ambos sexos, las personas que participaban en deportes de categorías de peso tienen la mayor prevalencia de intentos de reducción de peso, siendo significativamente mayor comparada con los deportes de equipo y con el grupo control. La mayoría de los deportes de riesgo para desarrollar TCA son individuales.

Acontecimientos traumáticos

Algunos deportistas asocian el inicio del desarrollo de los desórdenes de la alimentación con la aparición de una lesión o enfermedad que les impide continuar con su entrenamiento habitual de alta intensidad. Como consecuencia del menor gasto calórico, el deportista aumenta de peso, lo que le lleva a iniciar dietas a menudo poco convenientes y sin supervisión (14).

También los sucesos traumáticos de otra índole (pérdida del entrenador o de algún familiar...) pueden ser el punto de partida de un TCA.

Atracción al deporte

Los participantes en los deportes que más énfasis hacen sobre la necesidad de tener un bajo peso para competir muestran mayor prevalencia de presentar alteraciones en la percepción de su imagen corporal. Parece que los individuos que ya tienen una alteración en la conducta alimentaria (que puede ser latente) son los que se sienten más atraídos por las disciplinas deportivas con mayor exigencia hacia un bajo peso y porcentaje de grasa corporal. Esto parece implicar que la persona ya es realmente anoréxica (o al menos muestra una actitud) antes de comenzar su práctica deportiva. La atracción por estos deportes está probablemente relacionada tanto con el énfasis de la delgadez necesaria en los individuos que los practican, como con su legitimación. Igual que se admite que los jugadores de baloncesto deben ser altos y los jinetes de caballos de carrera de corta estatura, se espera que los atletas de maratón sean delgados, siendo difícil



apreciar si esta delgadez es excesiva. Algunos autores (12) sugieren que estas personas se sienten atraídas por deportes como la carrera de larga distancia ya que así pueden “esconder” o silenciar su enfermedad.

Los deportes de resistencia son atractivos para aquellos que sobrevaloran el ejercicio o utilizan una actividad física excesiva como un medio para perder peso o como castigo por no estar conformes con su apariencia física. Fuera del ambiente deportivo estas personas podrían ser criticadas por pasar demasiado tiempo ejercitándose, sin embargo, es menos probable que lo sean dentro del mundo del deporte que, de manera implícita o explícita, comunica la necesidad de realizar niveles altos de actividad e incluso los recompensa. Estas personas en este ambiente pueden ser vistas como buenos deportistas que trabajan mucho para mejorar. Desgraciadamente, esto puede retrasar el diagnóstico y tratamiento, y permite que el trastorno no sea detectado hasta que la salud física o mental de la persona está ya comprometida (8).

La mujer deportista

Muchos estudios han mostrado un aumento de la prevalencia de las alteraciones en la apreciación de la apariencia corporal y de la conducta alimentaria entre las deportistas, comparadas con la población general (6). La mujer que hace deporte suele tener una imagen de buena salud física y mental. Sin embargo, en el contexto de la actual presión social y cultural en relación con la delgadez, la personalidad de la deportista, junto con las exigencias del deporte practicado, pueden desencadenar un TCA.

Durante la pubertad los jóvenes deben aumentar masa muscular y se les anima a ganar peso para mejorar el rendimiento físico. Por el contrario, las mujeres durante esta etapa ganan grasa corporal y se les anima a perder peso para mejorar el rendimiento y/o la imagen (2). Muchas jóvenes deportistas se encuentran presionadas por la necesidad de obtener buenos resultados en las competiciones, y para ellas el peso puede ser el factor más importante en su rendimiento. También hay que tener en cuenta que una mala aceptación de la pubertad se puede convertir en un signo preocupante y es un factor de riesgo para el desarrollo de una distorsión en la percepción de la imagen corporal y una alteración en la conducta alimentaria secundaria.

Tríada de la mujer deportista

La tríada de la mujer deportista es un síndrome que comprende la existencia de desórdenes de la alimentación, amenorrea y osteoporosis. Los componentes de la tríada están relacionados entre sí en su etiología, patogénesis y consecuencias. Generalmente esta tríada comienza con una alteración en la conducta alimentaria. La nutrición inadecuada combinada con el ejercicio físico intenso resulta en un déficit de energía. Con el tiempo, esta deficiencia energética causa una disminución en la producción de estrógenos por el ovario, y esto a su vez da lugar a amenorrea. Finalmente, la ausencia de estrógenos y la alimentación insuficiente (con déficit de vitaminas y minerales) se puede traducir en una pérdida de la densidad mineral ósea (16). La tríada puede acarrear serias

consecuencias, ya que se asocia con una morbilidad importante y algunas de sus manifestaciones pueden no ser completamente reversibles (17, 18, 19, 20).

Métodos y estrategias para perder peso en los deportistas

Las formas de perder peso difieren entre los deportistas de las distintas especialidades. Algunos mantienen un bajo peso de forma crónica (maratón, gimnasia rítmica, etc.), otros pierden peso sólo en la época de competición, y lo vuelven a ganar después. Los deportistas de algunas disciplinas pierden y ganan peso de forma repetida durante la temporada, siendo sus pesos de competición bastante más bajos que sus pesos habituales.

Los deportistas pueden reducir el peso de manera rápida o gradual. La pérdida de peso rápida es utilizada principalmente por los deportistas que compiten por categorías de peso. La mayoría lo hacen en una clase por debajo de su peso natural. Por tanto, es necesario adelgazar rápidamente, ya que en caso contrario no pueden competir. La restricción de líquidos (deshidratación) es uno de los métodos más utilizados para perder peso de manera rápida. Otros métodos son la exposición a un medio caluroso como las saunas, ejercitarse con trajes de plástico o goma y el uso de diuréticos (en menor medida) y laxantes (21). El peso corporal puede ser reducido entre un 2 y un 5% en menos de dos horas y media en una sauna. Cuando se utiliza alguno de estos métodos agresivos lo primero que se pierde es agua y no grasa. El resultado es una disminución del contenido de agua del músculo, una disminución del rendimiento y una alteración de la termorregulación y de la función cardiovascular (22, 23).

Si se ayuna o se realizan dietas muy hipocalóricas durante algunas semanas, se producen pérdidas importantes de glucógeno (hepático y muscular) y de proteínas. También existe una pérdida obligada de agua (en los primeros 10 días la disminución de peso puede corresponder a un 55% de agua). A medida que se prolonga el tiempo de dieta la contribución del almacén de grasa a la pérdida total de peso aumenta. Sin embargo, muchos deportistas disminuyen de peso rápidamente en cortos periodos de tiempo, lo que minimiza la pérdida de grasa y produce mayor pérdida de agua y tejido magro.

Recomendaciones para los deportistas que quieren perder peso

- Perder peso durante la época de descanso, para abolir los efectos adversos o negativos de la restricción de alimentos durante una época de competición. Hacerlo de una forma progresiva, para maximizar la pérdida de grasa y minimizar la de glucógeno y agua.
- Conocer su composición corporal, y mantener un mínimo prudente de grasa corporal.
- Aumentar el gasto calórico realizando ejercicio aeróbico.
- Realizar una dieta equilibrada siguiendo las recomendaciones de un profesional.

- Tener un peso realista como meta. Si un deportista nunca ha sido capaz de tener o mantener un peso determinado, no debe empeñarse en ello, ya que esto le producirá un estrés físico y psíquico innecesarios.
- Pesarse antes y después de cada sesión de ejercicio para saber la cantidad de agua perdida, pero:
 - No se debe restringir la ingesta de agua durante los entrenamientos.
 - Hay que beber agua u otro tipo de líquidos después de los entrenamientos.
 - Es conveniente consumir bebidas bajas en calorías.

Bibliografía

1. De la Serna de Pedro I. Alteraciones de la imagen corporal en el deporte. *Monografías de Psiquiatría*, 2004; 2:3-15.
2. American College of Sports Medicine Position Stand on the Female Athlete Triad. *Med Sci Sports Exerc*, 1997; 29(5) i-ix.
3. Ortega RM, Requejo AM, López Sobaler AM. Anorexia y bulimia: imagen corporal e imagen social. *Alimentación, Nutrición y Salud*, 2000; 7(3):67-75.
4. Sundgot-Borgen J, Torstveit MK. Prevalence of eating disorders in elite athletes is higher than the general population. *Clin J Sport Med*, 2004; 14(1):25-32.
5. Wilmore JH. Eating and weight disorders in the female athlete. *Int J Sport Nutr*, 1991; 1(2):104-17.
6. Sundgot-Borgen J. Eating Disorders. En: *Principles and Practice of Primary Care Sports Medicine*. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia. 2001.
7. American Academy of Pediatrics: Medical Concerns in the Female Athlete. *Pediatrics*, 2000; 106(3):610-3.
8. Houtkooper L. Eating disorders and disordered eating in athletes. En: *Clinical Sports Nutrition*. Ed. Louise Burke and Vicki Deckin. McGraw-Hill. Australia. 2002.
9. Sundgot-Borgen J. Eating disorders in female athletes. *Spots Med*, 1994; 17(3):176-88.
10. Palacios Gil-Antuñano N, Sainz Fernández L, Heras Gómez E. Alteraciones de la imagen corporal en el deporte. *Monografías de Psiquiatría*, 2004; 2:32-40.
11. Sacks MH. Psychiatry and Sports. *Annals of Sports Medicine*, 1990; 5:47-52.
12. Yates A. *Compulsive exercise and eating disorders*. Brunner/Mazel. New York. 1991.
13. Sanborn ChF, Horea M, Siemers BJ, Dieringer KI. Disordered eating and the female athlete triad. *Clin Sports Med*, 2000; 19(2).
14. Sundgot-Borgen J. Risk and trigger factors for the development of eating disorders in female elite athletes. *Med Sci Sport Exerc*, 1994; 26(4):414-9.
15. Fogelholm M, Hilloskorpi H. Weight and diet concerns in finnish female and male athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 1999; 31(2):229-35.

16. Manore M, Thompson J. *Sport nutrition for health and performance*. Human Kinetics. 2000.
17. Loucks AB, Hovath SM. Athletic amenorrhea: a review. *Med Sci Sports Exerc*, 1985; 17:56-70.
18. Benell KL, Malcom SA, Wark JD, Brukner PD. Skeletal effects of menstrual disturbances in athletes. *Scand J Med Sci Sports*, 1997; 7:261-73.
19. Loucks AB. Effects of exercise training on the menstrual cycle: existence and mechanisms. *Med Sci Sports Exerc*, 1990; 22(36):275-80.
20. Frisch RE, McArthur JW. Menstrual cycles: Fatness as a determinant of minimum weight for height necessary for their maintenance or onset. *Science*, 1974; 185:949-50.
21. Webster S, Rutt R, Weltman A. Physiological effects of weight loss regimens practiced by college wrestlers. *Med Sci Sports Exerc*, 1990; 22:229-33.
22. Klinzing JE, Karpowicz W. The effect of rapid weight loss and rehydration on a wrestling performance test. *J Sports Med Phys Fitness*, 1986; 26:149-56.
23. Choma CW, Sforzo GA, Keller BA. Impact of rapid weight loss on cognitive function in collegiate wrestlers. *Med Sci Sports Exerc*, 1998 May; 30(5):746-9.

La inactividad física como factor de riesgo global de enfermedades crónicas

Carlos Sánchez de Juan

Profesor Titular. Unidad de Endocrinología y Nutrición. Consorcio Hospital General Universitario de Valencia.
Departament de Medicina. Universitat de València. Valencia.

Resumen

El incremento constante en la prevalencia de enfermedades crónicas, entendidas como aquéllas de larga duración y en general no curables, tiene que ver con los cambios que, en los últimos años, se están produciendo en los estilos de vida de la población. Las modificaciones en los hábitos alimentarios y la reducción en la actividad física debidas a nuevas estructuras sociales y de trabajo están originando que enfermedades como la obesidad, diabetes, hipertensión, enfermedades cardiovasculares, osteoporosis, determinados tipos de cáncer y otras, estén alcanzando cifras de auténtica epidemia en nuestro entorno.

Además del tratamiento médico apropiado para los ya afectados, se considera que el enfoque de Salud Pública de la prevención primaria es la acción más económica, asequible y sostenible para hacer frente a las enfermedades crónicas. Esta prevención pasa ineludiblemente por modificaciones en los hábitos alimenticios actuales y por la promoción de la actividad física desde todos los puntos de vida (laboral, familiar, recreacional).

La implementación progresiva de estos cambios y la concienciación social de la importancia del estilo de vida en el desarrollo de estas enfermedades, debe colaborar a detener el progresivo y preocupante aumento de las mismas.

Introducción

En medicina, se llama **enfermedad crónica** a aquella patología de larga duración cuyo fin o curación no puede preverse claramente o no ocurrirá nunca. No hay un consenso acerca del plazo a partir del cual una enfermedad pasa a considerarse crónica pero, por término medio, toda enfermedad que tenga una duración mayor a tres meses puede considerarse como crónica.

El término “crónico”, del griego $\chi\rho\omicron\nu\omicron\varsigma$ (*Chronos*): “dios del tiempo”, se refiere al tiempo de evolución de la enfermedad, pero nada dice acerca de su gravedad. Hay enfermedades crónicas sin gravedad alguna, como la rinitis crónica, y otras potencialmente muy graves, como la aterosclerosis. Cuando a una enfermedad se le pone el adjetivo “crónica”, se suele tratar de una enfermedad no curable salvo raras excepciones (por ejemplo, la insuficiencia renal crónica es curable con el trasplante renal, algunos tipos de asma –sobre todo en la infancia– acaban curando).

En epidemiología se entienden como enfermedades crónicas aquellas enfermedades de alta prevalencia y no curables. En general, incluyen enfermedades cardiovasculares (cardiopatía isquémica, insuficiencia cardíaca, enfermedad cerebrovascular principalmente), enfermedades neoplásicas sin tratamiento curativo, enfermedades respiratorias crónicas (enfermedad pulmonar obstructiva crónica y asma crónico), enfermedades osteoarticulares invalidantes (artritis reumatoide y artrosis grave), enfermedades invalidantes, diabetes mellitus, y otras muchas.

Epidemiología

La carga de enfermedades crónicas está aumentando rápidamente en todo el mundo. Para el año 2005, la OMS calculó que 35 millones de personas murieron por culpa de una enfermedad crónica, de las cuales la mitad eran mujeres menores de 70 años (1). Casi la mitad del total de muertes por enfermedades crónicas son atribuibles a las enfermedades cardiovasculares; la obesidad y la diabetes también están mostrando tendencias preocupantes, no sólo porque afectan ya a una gran parte de la población sino también porque han comenzado a aparecer en etapas más tempranas de la vida.

El problema de las enfermedades crónicas está lejos de limitarse a las regiones desarrolladas del mundo. Contrariamente a creencias muy difundidas, los países en desarrollo sufren problemas cada vez más graves de Salud Pública generados por las enfermedades crónicas. De hecho, si bien la infección por el VIH y el SIDA, la malaria y la tuberculosis, junto con otras enfermedades infecciosas, todavía predominan en el África subsahariana y lo seguirán haciendo en un futuro previsible, a nivel mundial, el 79% de todas las defunciones por enfermedades crónicas ya están ocurriendo en los países en desarrollo (2). Está claro que la antigua consideración de estas dolencias como «enfermedades de la abundancia» está perdiendo validez, ya que se están extendiendo tanto por los países más pobres como entre los grupos de población desfavorecidos de los países más ricos. La rapidez de estos cambios, junto con la creciente carga de morbilidad, está creando una importante amenaza para la Salud Pública que exige medidas inmediatas y eficaces.

Se ha previsto que, para el año 2020, las enfermedades crónicas representarán casi las tres cuartas partes del total de defunciones, y el 71% de las defunciones por cardiopatía isquémica, el 75% de las defunciones por accidentes cerebrovasculares y el 70% de las defunciones por diabetes ocurrirán en los países en desarrollo (3). En cuanto al sobrepeso y la obesidad, no sólo la prevalencia actual ha alcanzado niveles sin precedentes, sino que la tasa de aumento anual es sustancial y las implicaciones de este fenómeno para la Salud Pública son tremendas y ya están resultando evidentes.

Cambios en el estilo de vida y enfermedades crónicas

La epidemia creciente de enfermedades crónicas que aqueja tanto a los países desarrollados como a los países en desarrollo está relacionada con los cambios de los hábitos alimentarios y



del modo de vida. Durante la pasada década se han acelerado los rápidos cambios experimentados por los regímenes alimentarios y los modos de vida en respuesta a la industrialización, la urbanización, el desarrollo económico y la globalización de los mercados. Esto está teniendo grandes repercusiones en la salud y el estado nutricional de la población, sobre todo en los países en desarrollo y en los países en transición. Si bien ha mejorado el nivel de vida, se ha ampliado la disponibilidad de alimentos, éstos se han diversificado más y ha aumentado el acceso a los servicios, también hay que contabilizar repercusiones negativas significativas en forma de hábitos alimentarios inapropiados, disminución de la actividad física y mayor consumo de tabaco, con el correspondiente incremento de las enfermedades crónicas.

Los cambios de la economía alimentaria mundial se han reflejado en los hábitos alimentarios; por ejemplo, hay mayor consumo de alimentos muy energéticos con alto contenido de grasas, en particular grasas saturadas, y bajos en carbohidratos no refinados. Estas características se combinan con la disminución del gasto energético que conlleva un modo de vida sedentario: transporte motorizado, aparatos que ahorran trabajo en el hogar, disminución gradual de las tareas manuales físicamente exigentes en el trabajo, y dedicación preferente del tiempo de ocio a pasatiempos que no exigen esfuerzo físico.

Debido a estos cambios en los hábitos alimentarios y el modo de vida, las enfermedades crónicas –incluidas la obesidad, la diabetes mellitus, las enfermedades cardiovasculares, la hipertensión, los accidentes cerebrovasculares y algunos tipos de cáncer– son causas cada vez más importantes de discapacidad y muerte prematura.

La nutrición está pasando al primer plano como un determinante importante de enfermedades crónicas que puede ser modificado, y no cesa de crecer la evidencia científica en apoyo del criterio de que el tipo de dieta tiene una gran influencia, tanto positiva como negativa, en la salud a lo largo de la vida. Lo que es más importante, los ajustes alimentarios no sólo influyen en la salud del momento sino que pueden determinar que un individuo padezca o no enfermedades tales como cáncer, enfermedades cardiovasculares y diabetes en etapas posteriores de la vida.

Existe la tendencia de incluir la actividad física como parte del régimen alimentario, la nutrición y la salud. Algunos aspectos pertinentes que es preciso subrayar en relación con la actividad física son los siguientes:

- El gasto energético asociado a la actividad física es una parte importante de la ecuación de equilibrio energético que determina el peso corporal. La disminución del gasto calórico que conlleva la reducción de la actividad física es probablemente uno de los factores que más contribuyen a la epidemia mundial de sobrepeso y obesidad.
- La actividad física tiene gran influencia en la composición del cuerpo: en la cantidad de grasa, de músculo y de tejido óseo.

- La actividad física y los nutrientes comparten en gran medida las mismas vías metabólicas y pueden interactuar de diversas maneras que influyen en el riesgo y la patogénesis de varias enfermedades crónicas.
- Se ha comprobado que el buen estado cardiovascular y la actividad física reducen significativamente los efectos del sobrepeso y la obesidad en la salud.
- La actividad física y la ingesta de alimentos son comportamientos tanto específicos como interactivos, en los que influyen y pueden influir en parte las mismas medidas y políticas.
- La falta de actividad física es ya un riesgo para la salud mundial y es un problema extendido y en rápido aumento en los países tanto desarrollados como en desarrollo, sobre todo entre las personas pobres de las grandes ciudades.

Prevención de las enfermedades crónicas

Las enfermedades crónicas son en gran medida enfermedades prevenibles. Si bien pueden ser necesarias más investigaciones básicas sobre algunos aspectos de los mecanismos que relacionan la dieta y la salud, los datos científicos actualmente disponibles proporcionan una base suficientemente sólida y verosímil para justificar la adopción de medidas en este momento. Además del tratamiento médico apropiado para los ya afectados, se considera que el enfoque de Salud Pública de la prevención primaria es la acción más económica, asequible y sostenible para hacer frente a la epidemia de enfermedades crónicas en todo el mundo. La adopción de un enfoque basado en los factores de riesgo comunes para prevenirlas representa un avance importante de las ideas favorables a una política sanitaria integrada. A veces las enfermedades crónicas son consideradas transmisibles a nivel de los factores de riesgo (4). Los hábitos alimentarios y el nivel de actividad física modernos son comportamientos de riesgo que se difunden por los países y pasan de una población a otra como una enfermedad infecciosa, con incidencia en los perfiles de morbilidad a nivel mundial.

Mientras que la edad, el sexo y la vulnerabilidad genética son elementos no modificables, gran parte de los riesgos asociados a la edad y el sexo pueden ser aminorados. Tales riesgos incluyen factores conductuales (régimen alimentario, inactividad física, consumo de tabaco y consumo de alcohol), factores biológicos (dislipidemia, hipertensión, sobrepeso e hiperinsulinemia) y, por último, factores sociales, que abarcan una compleja combinación de parámetros socioeconómicos, culturales y otros elementos del entorno que interactúan entre sí.

La inactividad física, ahora reconocida como un determinante cada vez más importante de la salud, es el resultado de un cambio progresivo hacia modos de vida más sedentarios, tanto en los países en desarrollo como en los industrializados. En la edad de piedra, el cazador y el recolector recorrían unos 40 km diarios; el hombre actual no llega a los 2 km. Hace 100 años, la fuerza muscular constituía casi el 90% de toda la energía necesaria en el proceso de trabajo; actualmente es tan sólo del 1%. Ahora, sin embargo, se realiza un tipo de vida cada vez más sedentario sobre la base



del menor esfuerzo físico requerido en el trabajo por la ayuda de las máquinas, en el transporte por el uso de coche o cualquier otro tipo de medio mecánico, en la actividad diaria propiciado por la mecanización de la actividad cotidiana en el hogar (electrodomésticos, portero automático, mando electrónico para todo) y en las comunicaciones (teléfono inalámbrico, teléfono móvil). A ello hay que sumar una tendencia cada vez mayor hacia el ocio sedentario que afecta principalmente a los grupos más vulnerables como la infancia, la adolescencia, las mujeres y los ancianos, caracterizado por estar sentado viendo la televisión durante muchas horas, jugar con el ordenador o videojuegos en detrimento de paseos, bailes, o cualquier otra actividad deportiva. Según el "Informe Salud en el mundo 2002" de la OMS, el 60% de los adultos no practica suficiente actividad física y este porcentaje va en aumento conforme avanza la edad de la población (5). En España, la "Encuesta Nacional de Salud 2003" demostró un incremento del 10% de la población sedentaria entre 2001 y 2003, pasando el porcentaje de "sedentarios" del 45 al 55%, tanto en hombres como en mujeres (6). Así mismo, los estudios enKid y eVe mostraron una prevalencia muy importante de personas (niños, jóvenes y adultos) que cabría considerarlos "sedentarios" (7, 8). Según la última Encuesta de Salud de la Comunitat Valenciana (2005), el 38% de los niños y niñas de 6 o más años de edad no realiza actividad física o sólo de forma ocasional. Además, las actividades de ocio sedentarias, como ver la televisión, son muy frecuentes: el 55% de los niños/as menores de 6 años ven la televisión diariamente y a partir de esa edad la ven diariamente el 93%. También hay que destacar el tiempo dedicado a esta actividad sedentaria: ven 2 o más horas de televisión al día el 40% de los menores de 5 años y el 70% a partir de los 6 años de edad. En el periodo 2001-2005 ha aumentado el porcentaje de niños y niñas que ven la televisión más de dos horas diarias en todos los grupos de edad (9).

Hace más de 20 años, Paffenbarger comprobó que existía una clara relación entre el gasto calórico realizado por adolescentes y la reducción del riesgo de mortalidad global en la vida adulta (10). Más recientemente, se ha demostrado que el sedentarismo sería responsable de 1,9 millones de muertes anuales en el mundo, de una pérdida de 19 millones de años de vida ajustados en función de la discapacidad y de entre un 15 y un 20% de casos de cardiopatía isquémica, diabetes mellitus e incluso algunos tipos de cáncer (5).

La combinación de estos y otros factores de riesgo, como el consumo de tabaco, tiene probablemente un efecto acumulativo, o incluso multiplicador, que puede acelerar la propagación de la epidemia de enfermedades crónicas en los países en desarrollo.

Inactividad física, aumento excesivo de peso y obesidad

Casi todos los países (de altos y bajos ingresos por igual) padecen actualmente una epidemia de obesidad, si bien con grandes variaciones entre países y dentro de los mismos.

Se ha calculado que, en EE. UU., los costes directos de la obesidad representaron en el año 1995 el 6,8% de los costes totales en atención sanitaria, y los derivados de la inactividad física otros

24.000 millones de dólares. Aunque en otros países industrializados son ligeramente inferiores, los costes directos siguen suponiendo una proporción considerable de los presupuestos sanitarios nacionales (11). Los costes indirectos, que son mucho mayores que los directos, incluyen los días de trabajo perdidos, las visitas al médico, las pensiones por discapacidad y la mortalidad prematura. Los costos intangibles, como la menor calidad de vida, son también enormes. Los riesgos de sufrir diabetes, enfermedades cardiovasculares e hipertensión aumentan de forma sostenida con el incremento de peso, de ahí que la prevención de la obesidad y la prevención de diversas enfermedades crónicas, especialmente la diabetes tipo 2, tengan mucho en común. Las estrategias de educación de la población habrán de contar con una base sólida de cambios de política basados en el entorno para lograr invertir esas tendencias con el tiempo.

El aumento de la industrialización, la urbanización y la mecanización que tiene lugar en la mayoría de los países del mundo va asociado a cambios de la dieta y los hábitos; en particular, las dietas contienen cada vez más alimentos ricos en grasas y energía y los modos de vida son más sedentarios. En muchos países en desarrollo que se encuentran en fase de transición económica, a menudo coexisten en la misma población (o incluso en la misma familia) niveles crecientes de obesidad con desnutrición crónica.

Las tasas de mortalidad aumentan a medida que lo hacen los grados de exceso de peso medidos en función del Índice de Masa Corporal (IMC) (peso en kg/talla en metros al cuadrado). A medida que aumenta el IMC, también lo hace la proporción de personas con una o más afecciones asociadas. En un estudio realizado en EE. UU. (12), más de la mitad de las defunciones ocurridas entre mujeres con un IMC superior a 29 kg/m² podían atribuirse directamente a su obesidad. Entre los hábitos alimentarios que se han relacionado con el exceso de peso y la obesidad figuran la frecuencia de las comidas y de los tentempiés entre comidas, los episodios de ingestión compulsiva de alimentos, las comidas fuera de casa y la lactancia materna exclusiva (efecto protector). Los aspectos ambientales tienen una importancia clara, en especial porque muchos entornos se están haciendo cada vez más "obesogénicos" (favorecedores de la obesidad).

La actividad física es un importante determinante del peso corporal. Además, la actividad física y la buena forma física (entendiendo por tal la capacidad para realizar actividad física) influyen en gran manera en la mortalidad y la morbilidad relacionadas con el exceso de peso y la obesidad. Hay pruebas contundentes de que los niveles moderados a altos de forma física conllevan un riesgo considerablemente menor de enfermedad cardiovascular y mortalidad por todas las causas, y de que esos beneficios se aplican a todos los grados del IMC. Además, una buena forma física protege contra la mortalidad en todos los niveles de IMC en los hombres con diabetes. La baja forma cardiovascular es una afección grave y común asociada a la obesidad, y una proporción considerable de las defunciones que se registran entre las personas con sobrepeso u obesas se debe probablemente a una baja forma cardiorrespiratoria, más que a la obesidad en sí. La buena forma física, a su vez, depende en gran medida de la actividad física, además de los factores



genéticos. Esas relaciones subrayan el papel de la actividad física en la prevención del sobrepeso y la obesidad, con independencia de los efectos de la actividad física en el peso corporal.

Actividad física regular (factor protector) y modos de vida sedentarios (factor causal)

Desde el punto de vista de la prevención de la obesidad hay que destacar que las personas que mantienen una actividad física elevada son menos propensas a engordar, ya que mantienen una mayor cantidad de masa magra, lo que les ayuda a tener un metabolismo más activo evitando que pierdan masa muscular y acumulen grasa.

Hay pruebas convincentes de que la actividad física regular protege contra un aumento de peso perjudicial, mientras que los modos de vida sedentarios, en particular las ocupaciones sedentarias y el ocio inactivo, como ver la televisión, lo favorecen. La mayoría de los estudios epidemiológicos muestran un menor riesgo de aumento de peso, sobrepeso y obesidad entre las personas que *en ese momento* realizan regularmente ejercicio físico de intensidad moderada a alta (13). Los estudios de medición de la actividad física en condiciones basales y los ensayos aleatorizados de programas de ejercicio muestran resultados más dispares, probablemente debido a una falta de continuidad a largo plazo. Así pues, es la actividad física permanente por sí misma, más que la actividad física realizada anteriormente o el inicio de un programa de ejercicio, lo que protege contra un aumento de peso perjudicial para la salud. La recomendación dirigida a los individuos para que realicen al menos 30 minutos de actividad física de intensidad moderada la mayoría de los días de la semana pretende fundamentalmente reducir las enfermedades cardiovasculares y la mortalidad global.

El tiempo de actividad necesario para prevenir un aumento de peso perjudicial se desconoce, pero probablemente es bastante mayor que el citado. Para prevenir el aumento de peso después de una pérdida de peso importante se necesitan probablemente unos 60-90 minutos al día. En dos reuniones se recomendaron por consenso unos 45-60 minutos de actividad física de intensidad moderada la mayoría de los días de la semana, si no todos, para prevenir un aumento de peso perjudicial para la salud (14).

Actualmente sabemos que la infancia es el periodo principal para prevenir la obesidad y las enfermedades metabólicas, lo que redundará en un menor riesgo cardiovascular. Es el momento ideal para adquirir buenos hábitos de vida y fomentar aficiones activas y saludables.

En la figura 1 podemos observar, en forma de pirámide, aquellas actividades que deben implementarse en la vida del niño y las que sólo deberían permitirse ocasionalmente en el objetivo final de la educación de cara a la vida adulta y en el campo específico de la salud y prevención de la obesidad. En este sentido, es fundamental la colaboración de padres, profesores e incluso de la Administración para permitir que los niños puedan desarrollar estas actividades. En las tablas 1 y 2 se detallan recomendaciones generales, que se deben aconsejar a los niños, también en la escuela.

Los estudios encaminados a reducir los hábitos sedentarios se han centrado principalmente en reducir el tiempo que los niños pasan ante el televisor. Reducir ese tiempo en unos 30 minutos diarios entre los niños en EE. UU. parece una medida viable que se ha asociado a reducciones del IMC.

En adultos, el consejo médico-sanitario resulta fundamental para implementar el ejercicio físico en el esquema de vida de las personas, tanto desde el punto de vista preventivo como curativo de la obesidad (16, 17). Así mismo, deberían favorecerse y recomendarse una serie de medidas que permitirían ese cambio conductual de la población hacia una sociedad menos sedentaria (tablas 3 y 4).

Figura 1. Pirámide de recomendaciones de actividad física en la infancia



Tabla 1. Medidas de prevención a tomar en la vida cotidiana en niños

1. Controlar las horas dedicadas a ver TV, videojuegos u ordenador.
2. Fomentar y premiar actividades deportivas.
3. Ayudar a los niños a entretenerse con juegos activos como escondite, saltar a la cuerda, montar en bicicleta, etc. Recordar que cualquier juego es mejor que ver la TV.
4. Enseñar y educar en el uso de transportes públicos.
5. Fomentar el paseo como forma de transporte.

Tabla 2. Medidas de prevención a tomar en los colegios

1. Fomentar la educación física como actividad preferente dentro de las asignaturas a todas las edades y premiar por ello a las instituciones que lo hagan bien.
2. Educar a los niños enseñándoles los beneficios del ejercicio físico y la forma de practicarlo.
3. Fomentar las actividades deportivas por equipos.
4. Promocionar actividades que requieran movimiento como danza, bailes regionales, campamentos de aventura.
5. Es fundamental la figura del profesor de Educación Física y actividades deportivas, como motivador. Para ello se requiere personal cualificado.

Tabla 3. Medidas de prevención generales en adultos

1. Urbanizar bien la ciudad para que sea más transitable.
2. Mejorar la vigilancia para invitar a salir a la calle sin miedo.
3. Fomentar el uso del transporte público haciéndolo seguro, cómodo, barato, rápido y accesible. Debe haber una red amplia que cubra grandes distancias.
4. Poner grandes aparcamientos disuasorios a la entrada de las ciudades comunicándolos con la red pública de transportes, gratis o a precios razonables.
5. Mejorar los edificios para que se puedan usar las escaleras, con escalones más amplios y más bajos.
6. Mejorar la seguridad de las calles para que los niños salgan a jugar y los adultos y ancianos salgan a pasear.
7. Ampliar aceras y mantenerlas en buen estado para que no se produzcan caídas y lesiones y hagan atractivo el paseo o los juegos.
8. Utilizar en las calles materiales antideslizantes y evitar desniveles o escalones pronunciados que las hacen intransitables para personas de más edad o con discapacidad física.
9. Establecer carriles bicicleta seguros y transitables.
10. Aumentar zonas verdes con paseos, zonas deportivas (canchas de baloncesto, porterías de fútbol, pistas de patines y monopatín, pistas de petanca, etc.) y parques infantiles vigilados.
11. Construir polideportivos donde se realicen todo tipo de ejercicios supervisados por expertos.
12. Fomentar actividades lúdicas activas como bailes para la 3ª edad y competiciones deportivas por barrios, urbanizaciones, pueblos, etc. adaptados a todas las edades desde la infancia hasta la ancianidad.
13. Financiar organizaciones que se dediquen a actividades lúdicas activas campestres como granjas escuelas, campamentos deportivos o de aventuras, etc.

Tabla 4. Medidas específicas en adultos

1. NO utilizar el ascensor y subir siempre que pueda las escaleras; todos los pisos o alguno de los tramos.
2. Evite en lo que pueda el teléfono inalámbrico, el móvil o el mando de la TV, obligándose a levantarse a coger el teléfono, cambiar de canal, etc.
3. Baje a abrir la puerta en vez de usar el portero automático.
4. Apúntese dos o tres veces por semana a alguna actividad física que le divierta como gimnasia de mantenimiento, aeróbic, bailes de salón, etc. en la que además de ejercicio haga amigos.
5. Disminuya las horas de televisión y sustitúyalas por paseo programado con familiares o amigos.
6. Practique algún deporte regularmente y compita dentro de su nivel.

Inactividad física y diabetes mellitus

La diabetes de tipo 2 es la responsable de la mayoría de los casos de diabetes en el mundo. Aparece cuando la producción de insulina no basta para compensar la anomalía subyacente, que no es sino una mayor resistencia a su acción. Las fases tempranas de la diabetes tipo 2 se caracterizan por una producción excesiva de insulina. A medida que progresa la enfermedad, los niveles de insulina pueden disminuir como resultado de una insuficiencia parcial de las células β del páncreas, productoras de esa hormona. Entre las complicaciones de la diabetes tipo 2 figuran la ceguera, la insuficiencia renal, las ulceraciones del pie, que pueden desembocar en gangrena y amputación, y un riesgo sensiblemente mayor de infecciones, cardiopatías y accidentes cerebrovasculares. Los enormes y crecientes costes económicos y sociales que entraña la diabetes tipo 2 son una poderosa razón para intentar reducir el riesgo de desarrollo de esta afección, así como para tratarla enérgicamente una vez establecida.

Aunque visibles en todo el mundo, los aumentos de la prevalencia y la incidencia de la diabetes tipo 2 han sido particularmente espectaculares en las sociedades en transición económica de gran parte de los países recientemente industrializados y en los países en desarrollo (18). A escala mundial se calcula que el número de casos de diabetes gira actualmente en torno a los 150 millones. Según las previsiones, esa cifra se duplicará antes del año 2025, y el mayor número de casos se darán en China y la India. Estas cifras representan quizá una subestimación, pues probablemente muchos casos no se diagnostican. Si antes era una enfermedad propia de personas de mediana edad y ancianos, la diabetes tipo 2 ha aumentado recientemente de forma vertiginosa en todos los grupos de edad y se está detectando ahora en grupos de edad cada vez más jóvenes, incluidos adolescentes y niños, especialmente en poblaciones de alto riesgo.



Las tasas de mortalidad ajustadas por edad entre las personas con diabetes son 1,5-2,5 veces mayores que en la población general (19). Cabe la posibilidad de que la disminución de la mortalidad por cardiopatía coronaria que se ha conseguido en muchas sociedades prósperas pueda frenarse o incluso invertirse si las tasas de diabetes tipo 2 siguen aumentando. Esto podría suceder si los factores de riesgo coronario asociados a la diabetes aumentasen hasta el punto de que su impacto superase los beneficios derivados de la mejora de los factores tradicionales de riesgo cardiovascular y de la mejor atención dispensada a los pacientes con enfermedad cardiovascular declarada (20).

La diabetes tipo 2 se debe a una interacción de factores genéticos y ambientales. No obstante, la rápida variación de las tasas de incidencia lleva a pensar que los últimos tienen un papel particularmente importante, y abre la posibilidad de contener el embate de la epidemia mundial de esta enfermedad. Los aumentos más espectaculares de la diabetes tipo 2 se están dando en sociedades en las que la dieta ha sufrido grandes cambios y paralelamente ha disminuido la actividad física y han aumentado los casos de sobrepeso y obesidad.

En todas las sociedades el sobrepeso y la obesidad están asociados a un mayor riesgo de diabetes tipo 2, sobre todo cuando el exceso de adiposidad tiene distribución abdominal o central.

Actividad física regular (factor protector) y modos de vida sedentarios (factor causal)

La modificación del estilo de vida es el pilar fundamental tanto del tratamiento como de los intentos de prevención de la diabetes tipo 2 (20). Sin embargo, los cambios necesarios para reducir el riesgo de esta enfermedad a nivel poblacional son difícilmente viables si no se introducen también cambios fundamentales en el entorno para inclinar a los individuos a tomar las decisiones idóneas.

Estudios longitudinales han revelado claramente que el aumento de la actividad física reduce el riesgo de padecer diabetes tipo 2 con independencia del grado de adiposidad (21). El ejercicio vigoroso (por ejemplo, un esfuerzo de intensidad equivalente al 80-90% del ritmo cardiaco máximo previsto para la edad, durante al menos 20 minutos, como mínimo cinco veces a la semana) puede aumentar sustancialmente la sensibilidad a la insulina (22). No se han determinado, sin embargo, la intensidad y la duración mínimas de la actividad física necesaria para mejorar la sensibilidad a la insulina.

Inactividad física y enfermedades cardiovasculares

La segunda mitad del siglo xx ha sido testigo de importantes transiciones en las pautas de morbilidad, además de notables mejoras en la esperanza de vida. Ese periodo se caracteriza por profundos cambios en las dietas y los estilos de vida, que a su vez han contribuido a la aparición de una epidemia de enfermedades no transmisibles entre las que destacan, como causa más importante de morbi-mortalidad, las Enfermedades Cardiovasculares (ECV).

Debido al “efecto retardado” de los factores de riesgo de las ECV, las actuales tasas de mortalidad son consecuencia de una exposición anterior a factores comportamentales de riesgo, como una alimentación inadecuada, una actividad física insuficiente y un mayor consumo de tabaco. El exceso de peso, la obesidad central, la hipertensión, las dislipidemias, la diabetes y la baja forma cardiorrespiratoria se encuentran entre los factores biológicos que más contribuyen al incremento del riesgo.

Actividad física regular (factor protector) y modos de vida sedentarios (factor causal)

Se observa sistemáticamente una relación dosis-respuesta inversa entre la actividad física y el riesgo de ECV, especialmente en la cardiopatía coronaria, con independencia de que se considere la duración o la intensidad del esfuerzo. Esa relación se aplica tanto a la incidencia de todas las ECV y de la cardiopatía coronaria como a las tasas de mortalidad por esas causas. Por el momento no se ha hallado una relación dosis-respuesta coherente entre el riesgo de accidente cerebrovascular y la actividad física.

No se han establecido con seguridad los límites inferiores de la duración o la intensidad de la actividad física que tiene efecto protector, pero se considera suficiente la recomendación actual de un mínimo de 30 minutos de actividad física de intensidad, cuanto menos moderada, la mayoría de los días de la semana. Una mayor cantidad o intensidad de ejercicio tendrían un mayor efecto protector. La cantidad recomendada de actividad física es suficiente para mejorar la salud cardiovascular hasta el nivel comprobadamente asociado a un menor riesgo de ECV. Las personas no acostumbradas a hacer ejercicio regularmente o con un perfil de alto riesgo de ECV deben evitar las sesiones súbitas de actividad física muy intensa y realizarse un reconocimiento médico periódico que evalúe su salud cardiovascular.

Inactividad física y cáncer

El cáncer es provocado por diversos factores, algunos de ellos aún no identificados. La principal causa conocida es el hábito de fumar. Otros factores importantes que determinan el riesgo de cáncer son la dieta, el alcohol, la inactividad física, las infecciones, factores hormonales y radiaciones.

Hoy día, el cáncer es una de las principales causas de mortalidad en todo el mundo, y en el mundo desarrollado sólo es superado en general por las ECV. Se calcula que en el año 2000 hubo unos 10 millones de casos nuevos y más de 6 millones de defunciones por cáncer (23).

Actividad física regular (factor protector) y modos de vida sedentarios (factor causal)

En conjunto, se calcula que el peso corporal y la inactividad física son responsables de entre la quinta y la tercera parte de varios de los cánceres más comunes, concretamente los cánceres de mama (postmenopáusicos), colon, endometrio, riñón y esófago (adenocarcinoma) (24).



Desde este punto de vista, las principales recomendaciones para reducir el riesgo de sufrir cáncer son las siguientes:

- Mantener un peso (en adultos) “adecuado” procurando que el Índice de masa corporal se encuentre en el intervalo entre 18,5 y 24,9 kg/m², y evitar ganar más de 5 kg durante la vida adulta (25).
- Mantener una actividad física regular. El objetivo primordial debe ser hacer ejercicio la mayoría de los días de la semana; en las personas con ocupaciones sedentarias, 60 minutos diarios de una actividad de intensidad moderada, como caminar, pueden ser necesarios para mantener un peso corporal saludable. Una actividad más vigorosa, como caminar a paso ligero, podría tener un efecto adicional de prevención del cáncer (24).

Inactividad física y osteoporosis

La osteoporosis es una enfermedad que afecta a muchos millones de personas en todo el mundo. Se caracteriza por una baja masa ósea y por el deterioro de la microestructura del tejido óseo, lo que produce fragilidad del hueso y el consiguiente aumento del riesgo de fracturas (26). Las fracturas causadas por la osteoporosis son una de las principales causas de morbilidad y discapacidad en las personas de edad y, en el caso de las fracturas de cadera, pueden abocar a una muerte prematura. Esas fracturas imponen una considerable carga económica a los servicios de salud en todo el mundo (27).

En todo el mundo, se producen al año en torno a 1,66 millones de fracturas de cadera, pero esta incidencia tiene visos de cuadruplicarse antes del año 2050 debido al número creciente de personas de edad mayor.

En los países con una alta incidencia de fracturas se necesita una ingesta mínima de 400-500 mg de calcio para prevenir la osteoporosis. Cuando el consumo de productos lácteos es limitado, otras fuentes de calcio son el pescado con espinas comestibles, las tortas de maíz elaboradas con cal, las verduras de hoja ricas en calcio (brócoli, col), y las leguminosas y sus subproductos (por ejemplo el tofu).

Aunque se carece de datos concluyentes al respecto, pueden ser útiles algunas recomendaciones prudentes en materia de dieta y modos de vida, ya citadas en relación con otras enfermedades crónicas, que probablemente reducen el riesgo de fractura. Entre ellas figuran las siguientes:

- Aumentar la actividad física.
- Reducir la ingesta de sodio.
- Aumentar el consumo de frutas y verduras.
- Mantener un peso corporal saludable.
- Evitar el tabaco.
- Limitar el consumo de alcohol.

Actividad física regular (factor protector) y modos de vida sedentarios (factor causal)

Existen pruebas convincentes de que la actividad física, en particular aquella que mantiene o incrementa la potencia muscular, la coordinación y el equilibrio como determinantes importantes de la propensión a las caídas, es beneficiosa para prevenir las fracturas osteoporóticas. Además, una actividad regular de levantamiento de pesos a lo largo de toda la vida, especialmente de forma vigorosa y con participación de los huesos, aumenta la masa ósea máxima durante la juventud y ayuda a conservar la masa ósea en edades más avanzadas de la vida.

Conclusiones

Debemos entender las enfermedades crónicas como una auténtica epidemia en el momento actual que las convierten en un problema de Salud Pública. Su prevención va más allá de los aspectos médico-asistenciales, pues requiere de cambios profundos sociales que transformen, de forma progresiva, un estilo de vida que predispone al desarrollo de las mismas.

La meta principal de las políticas de Salud Pública es ofrecer a las personas las máximas oportunidades de disfrutar de muchos años de vida saludable y activa y por tanto, se requieren urgentemente medidas para prevenir las consecuencias adversas de unos hábitos alimentarios inapropiados y de la inactividad física.

Desde el punto de vista del ejercicio físico, es evidente que una gran parte de la población mundial realiza actualmente una actividad física insuficiente para mantener la salud física y mental. El uso masivo del automóvil y de otros medios mecánicos que ahorran esfuerzo físico ha contribuido enormemente a ello. Los cambios experimentados por la estructura del empleo han alargado el tiempo de desplazamiento entre el domicilio y el trabajo, reduciendo paralelamente el tiempo disponible para comprar y preparar alimentos.

Es necesario que los urbanistas y los planificadores de los lugares de trabajo sean más conscientes de las eventuales consecuencias de la progresiva disminución del gasto energético en el ámbito laboral, y habría que alentarles a formular políticas de transporte y esparcimiento que promuevan, respalden y protejan la actividad física.

La implementación progresiva de éstas y otras medidas y la conciencia social de la importancia de la actividad física en la prevención de las enfermedades crónicas debería colaborar para detener el avance de las mismas.

Bibliografía

1. Organización Mundial de la Salud (ed.): "Enfermedades Crónicas" (en español). Consultado el 18 de noviembre de 2008.
2. Informe sobre la Salud en el Mundo 1998. La vida en el siglo *xxi*. Una perspectiva para todos. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1998 (documento WHO/WHR/98.1).

3. Régimen alimentario, actividad física y salud. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 2002 (documentos A55/16 y Corr.1).
4. Choi BCK, Bonita R, McQueen DV. The need for global risk factor surveillance. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 2001; 55:370.
5. Informe sobre la Salud en el mundo 2002. Reducir los riesgos y promover una vida sana. OMS. Ginebra. 2002.
6. Encuesta Nacional de Salud 2003. INEbase. Ministerio de Sanidad y Consumo. Madrid.
7. Serra Majem LI, Aranceta J, Serra Majem LI, Aranceta Bartrina J, Rodríguez-Santos F. Crecimiento y desarrollo. Estudio enKid. Krece Plus, Volumen 4. Masson. 2003.
8. Serra Majem LI, Aranceta Bartrina J, Matiax Verdú J. Nutrición y Salud Pública. Métodos, bases científicas y aplicaciones (2ª ed.). Elsevier. 2006.
9. Quiles Izquierdo J, Redondo Gallego MJ, Fullana Montoro AM, Carpio Gesta ML, Perelló Amorós C y Royo Marqués M. Tendencia del exceso de peso en los escolares de la Comunidad Valenciana (2003-2007): el Informe de Salud del Escolar y la Monitorización de la Obesidad Infantil. *Rev Esp Obes*, 2007; 5(5):295.
10. Paffenbarger RS Jr, Hyde RT, Wing AL, Hsieh CC. Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni. *N Engl J Med*, 1986; 314:605-13.
11. Colditz G. Economic costs of obesity and inactivity. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 1999; 31(Suppl. 1):S663-S667.
12. Manson JE, et al. Body weight and mortality among women. *New England Journal of Medicine*, 1995; 333:677-85.
13. Fogelholm M, Kukkonen-Harjula K. Does physical activity prevent weight gain - a systematic review. *Obesity Reviews*, 2000; 1:95-111.
14. Saris WHM. Dose-response of physical activity in the treatment of obesity - How much is enough to prevent unhealthy weight gain. Outcome of the First Mike Stock Conference. *International Journal of Obesity*, 2002; 26(Suppl. 1):S108.
15. Kirk A, Mutrie N, MacIntyre P, Fisher M. Effects of a 12-month physical activity counselling intervention on glycaemic control and on the status of cardiovascular risk factors in people with Type 2 diabetes. *Diabetologia*, 2004; 47:821-32.
16. Ogilvie D, Foster CE, Rothnie H, Cavill N, Hamilton V, Fitzsimons CF, et al; on behalf of the Scottish Physical Activity Research Collaboration (SPARColl). Interventions to promote walking: systematic review. *BMJ* doi: 10.1136/bmj.39198.722720.BE. 2007.
17. Hillsdon M, Foster C, Thorogood M. Interventions for promoting physical activity. *Cochrane Database Syst Rev*, 2007; (2):CD003180.
18. Mokdad AH, et al. The continuing epidemics of obesity and diabetes in the United States. *Journal of the American Medical Association*, 2001; 286:1195-200.
19. Kleinman JC, et al. Mortality among diabetics in a national sample. *American Journal of Epidemiology*, 1988; 128:389-401.

20. Gu K, Cowie CC, Harris MI. Mortality in adults with and without diabetes in a national cohort of the US population, 1971-1993. *Diabetes Care*, 1998; 21:1138-45.
21. Roper NA, et al. Excess mortality in a population with diabetes and the impact of material deprivation: longitudinal, population-based study. *British Medical Journal*, 2001; 322:1389-93.
22. McAuley KA, et al. Intensive lifestyle changes are necessary to improve insulin sensitivity. *Diabetes Care*, 2002; 25:445-52.
23. Parkin DM. Global cancer statistics in the year 2000. *Lancet Oncology*, 2001; 2:533-43.
24. Weight control and physical activity. Lyon (Francia), Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer, 2002 (IARC Handbooks of Cancer Prevention, Vol. 6).
25. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 2000 (WHO Technical Report Series, N.º 894).
26. Prentice A. Is nutrition important in osteoporosis? *Proceedings of the Nutrition Society*, 1997; 56:357-67.
27. Johnell O. The socioeconomic burden of fractures: today and in the 21st century. *American Journal of Medicine*, 1997; 103(Suppl. 2A):S20-S25.

¿Qué comen los deportistas? ¿Qué deberían comer?

Elena Alonso Aperte

Profesora Agregada de Nutrición y Bromatología. Departamento de Ciencias Farmacéuticas y de la Alimentación, Facultad de Farmacia, Universidad CEU San Pablo, Madrid.

Dicen que ya en el siglo VI a.C. alguien reconoció que una óptima nutrición era importante en el rendimiento deportivo. La leyenda cuenta que Milón de Crotona, el legendario luchador coronado campeón en los Juegos Olímpicos en siete ocasiones, consumía diariamente 9 kg de pan, otros tantos de carne y 18 pintas de vino.

Resumen

La consecución de una alimentación adecuada es fundamental para optimizar el rendimiento deportivo y mantener la salud del deportista. Para ello, valgan las siguientes recomendaciones:

1. La ingesta adecuada de energía será aquella que permita mantener el peso corporal y sea compatible con un estado de salud óptima y un máximo rendimiento físico.
2. En relación con los hidratos de carbono, se recomienda consumir de 6 a 10 g/kg de peso corporal y día.
3. En deportes de resistencia y para el entrenamiento de fuerza, las necesidades de proteínas se estiman en torno a 1,2-1,7 g/kg de peso corporal y día.
4. La ingesta de grasas debe proporcionar entre el 20 y el 35% de la energía total consumida.
5. No es necesario el uso de suplementos de proteínas, aminoácidos, vitaminas o minerales si el atleta consume una cantidad correcta de energía para mantener su peso corporal y ésta procede de variedad de alimentos.
6. Deben vigilarse posibles déficits en micronutrientes en atletas que limiten su ingesta energética o practiquen técnicas para la reducción de peso, rechacen algún grupo de alimentos o consuman una dieta muy rica en carbohidratos y de baja densidad nutricional.
7. Es necesario adecuar la ingesta de agua y bebidas antes, durante y después del ejercicio.
8. Los atletas deben ser correctamente asesorados en el uso de ayudas ergogénicas y sólo deben utilizarse cuando haya sido suficientemente evaluada su seguridad, eficacia, capacidad y legalidad.

La mayor parte de los estudios de encuesta dietética llevados a cabo en deportistas nos muestran ingestas muy adecuadas cuando la dieta habitual es equilibrada. Los atletas que se desvían de

esta observación general suelen ser aquellos que se encuentran sometidos a restricción calórica, generalmente en deportes que exigen un nivel de peso y grasa corporal demasiado bajos.

Introducción

De todos es sabido, aunque sea de forma intuitiva, que una correcta alimentación es necesaria para la consecución del máximo rendimiento físico. Una adecuada alimentación constituye la condición previa para poder efectuar un ejercicio físico de cierta intensidad, tratará de equilibrar la pérdida hidroelectrolítica y energética durante el ejercicio físico, asegurará una eficiente reposición de los sustratos energéticos deplecionados en el ejercicio y potenciará los procesos anabólicos necesarios para la recuperación (1). Por ello, muchos atletas creen en, y aplican, dietas especiales, consumen megadosis de vitaminas y minerales y utilizan los llamados complementos dietéticos ergogénicos con el fin de mejorar el rendimiento, aumentar la capacidad de entrenamiento o disminuir el tiempo de recuperación. Sin embargo, la realidad científica nos muestra que, una vez la necesidad básica de nutrientes es aportada por una dieta normal, variada y equilibrada, el deportista, aficionado o de élite, únicamente necesita incrementar la ingesta calórica para hacer frente a la mayor demanda de energía y reponer el agua perdida por la sudoración para evitar la deshidratación.

Luego, como consideración inicial, debemos destacar que la alimentación del deportista, incluso la del profesional, no tiene por qué diferenciarse mucho de la alimentación de una persona sedentaria, que procura tener una alimentación saludable. También es evidente que la alimentación por sí misma no puede convertir en campeón a un deportista, pero es cierto que lograr una buena marca es imposible con una dieta nutricionalmente inadecuada. Por ello, debe recomendarse una adecuada selección de alimentos y bebidas, una buena planificación dietética y una correcta selección de suplementos para alcanzar un óptimo estado de salud y un máximo rendimiento físico en el deportista de élite (2). Y bien, ¿en qué se concreta tal recomendación?

A continuación expondremos las ideas clave y las recomendaciones generales que se pueden aplicar para adultos activos y deportistas. Estas recomendaciones pueden ser adaptadas por especialistas en nutrición deportiva para acomodarse a las necesidades de cada atleta particular en relación con su salud, el deporte que practica, sus necesidades nutricionales, las preferencias alimentarias y sus objetivos de peso y composición corporal.

Metabolismo energético y requerimientos de energía

Metabolismo energético

La energía necesaria para la actividad muscular deriva de sustratos energéticos que se metabolizan por vías anaeróbicas (fosfatos energéticos, glucosa) y aeróbicas (glucosa y ácidos grasos). Los fosfatos energéticos, adenosina trifosfato (ATP) y creatina fosfato (CP), son las moléculas energéticas

inmediatamente disponibles en el músculo. La glucosa, además de circular en plasma sanguíneo, se encuentra almacenada como glucógeno en el hígado y en el músculo, y los ácidos grasos se encuentran en pequeñas cantidades en el músculo y en gran cantidad en las células del tejido adiposo, además de circular en sangre. El organismo utiliza estas reservas cuando se produce la demanda de energía para la actividad.

Los fosfatos energéticos se utilizan ante una demanda alta de energía para realizar ejercicio físico muy intenso, pero sólo pueden mantenerlo durante segundos. El ATP es el sustrato inicialmente disponible, pero su contenido en músculo (aproximadamente 5 mmol/kg) sólo sustenta la demanda energética durante unos breves segundos, a partir de los cuales se utiliza la creatina fosfato, una reserva de ATP que puede sostener la actividad física durante 3 a 5 minutos (2). Este es el sistema energético utilizado en ejercicios muy intensos y de corta duración, como el arranque en la carrera de velocidad o la subida en levantamiento de pesas.

La glucosa puede ser utilizada para producir energía con oxígeno (aeróbico) o sin él (anaeróbico) pero para la oxidación de los ácidos grasos siempre es necesaria la presencia de oxígeno. Por ello, cuando el ejercicio es corto y muy intenso (carrera de velocidad) los músculos trabajan más rápido que el corazón y los pulmones, por lo que obtienen la energía en forma anaeróbica a partir de glucógeno y glucosa. El ejercicio anaeróbico sólo puede mantenerse durante un corto periodo de tiempo ya que en la glucólisis anaeróbica se forma ácido láctico, cuya acumulación puede interferir con la contracción muscular. Este sistema energético puede sustentar ejercicio físico muy intenso que se prolongue durante 60-180 seg, pero aproximadamente del 25 al 35% de la reserva de glucógeno muscular se agota, por ejemplo, en un sprint de 30 seg (2).

En el ejercicio menos intenso pero sostenido (carrera de larga distancia, ciclismo, natación), la circulación es capaz de suministrar el oxígeno necesario a los músculos, por lo que tanto la glucosa como los ácidos grasos son utilizados como combustible en vías metabólicas aeróbicas preferentemente. En ningún momento se utilizan exclusivamente vías aeróbicas o anaeróbicas y el cambio preferente a una u otra depende de la intensidad, la duración, la frecuencia, el tipo de actividad, el sexo del deportista y su nivel de entrenamiento.

En ejercicios sostenidos, de 1 a 4 horas al 70% de la capacidad máxima, los carbohidratos proporcionan del 50 al 60% de la energía, mientras que el resto es proporcionado por la oxidación de los ácidos grasos. Los atletas entrenados pueden almacenar glucógeno como máximo para unas dos horas de ejercicio sostenido. Por ello, a medida que continúa el ejercicio y la intensidad disminuye, se utiliza una mayor proporción de ácidos grasos, especialmente los procedentes de los triglicéridos musculares (3).

El entrenamiento, o el estado de forma física, no influye en la cantidad neta de energía necesaria para el ejercicio físico, pero sí parece influir en la fuente de energía para el ejercicio (3, 4). En los deportistas entrenados, la oxidación de las grasas se encuentra incrementada con respecto a las personas no entrenadas: el entrenamiento estimula las vías enzimáticas, facilita la captación de

los ácidos grasos circulantes y favorece la utilización de los triglicéridos almacenados en el músculo para el ejercicio. El objetivo de esta mayor utilización de las grasas como sustrato energético es ahorrar el glucógeno muscular y la glucosa sanguínea. También se incrementa por efecto del entrenamiento físico la capacidad para almacenar glucógeno y el aclaramiento del lactato, que actúa como sustrato gluconeogénico.

Cuando se agotan las reservas de glucógeno, disminuye la concentración de la glucosa en sangre y músculo, disminuye el rendimiento y la eficacia de la contracción y el organismo queda exhausto.

Requerimientos de energía

Una de las prioridades nutricionales del atleta es conseguir cubrir su demanda energética, ya que esta es condición necesaria para conseguir el rendimiento físico óptimo. El equilibrio energético se alcanza cuando la ingesta energética, es decir, la suma de la energía consumida a través de alimentos, bebidas y complementos alimentarios, se iguala al gasto energético, es decir, la suma de la energía utilizada como tasa metabólica en reposo, la acción termogénica de la dieta y la acción termogénica de la actividad. Esta última incluye la energía utilizada en la actividad física planeada o espontánea y la termogénesis asociada a actividad diaria no propia del ejercicio físico.

Se pueden considerar unas pautas generales de incremento calórico que, en comparación con las personas sedentarias, sea necesario aportar al deportista en función de la actividad realizada y su duración. Sin embargo, estas pautas suelen ser de poca utilidad, ya que la cantidad de energía consumida va a depender en gran medida de las características del propio deportista (edad, sexo, peso, altura, estado nutricional previo y composición corporal) y del tipo, intensidad, frecuencia, duración del ejercicio, además de las condiciones ambientales en las que se desarrolla (1). Las ingestas dietéticas de referencia publicadas por el Instituto de Medicina de EE. UU. (6), proponen unas fórmulas para estimar el requerimiento medio de energía teniendo en cuenta el sexo, la edad, el peso y la altura, además del nivel de actividad física, según se indica a continuación.

REQUERIMIENTO MEDIO ESTIMADO PARA LA ENERGÍA (RMEE) EN ADULTOS:	
Hombres:	$RMEE = 662 - 9,53 \times \text{edad [años]} + FAF \times (15,91 \times \text{peso [kg]} + 539,6 \times \text{altura [m]})$
Mujeres:	$RMEE = 354 - 6,91 \times \text{edad [años]} + FAF \times (9,36 \times \text{peso [kg]} + 726 \times \text{altura [m]})$
Donde:	RMEE: requerimiento medio estimado para la energía. FAF: factor de actividad física, referido al nivel de actividad física (NAF).

NAF = gasto energético total/gasto energético basal.

FAF = 1,0 si NAF $\geq 1,0$ y $< 1,4$ (sujeto sedentario).

FAF = 1,12 si NAF $\geq 1,4$ y $< 1,6$ (sujeto poco activo).

FAF = 1,27 si NAF $\geq 1,6$ y $< 1,9$ (sujeto activo).

FAF = 1,45 si NAF $\geq 1,9$ y $< 2,5$ (sujeto muy activo).

Adaptado de (6).

No obstante, el gasto por actividad física es el componente del gasto energético más variable, tanto inter como intra individuos, por lo que se hace difícil estimar los requerimientos de energía del deportista y necesario estudiar cada caso en concreto. Por ejemplo, el coste energético más elevado corresponde a la escalada [11,4 kcal/kg/h (47,6 kJ/kg/h) en varones adultos]. En una escalada en hielo, a altitud moderada, el gasto energético se estimó en 2.500-3.000 kcal (10.450-12.540 kJ) en un periodo de 6 horas (7). Otros deportes como la pesca o el tenis de mesa son mucho menos exigentes energéticamente hablando [2,3 kcal/kg/h (9,6 kJ/kg/h) y 3,4 kcal/kg/h (14,2 kJ/kg/h), respectivamente, en varones adultos]. Además, no es lo mismo practicar el ciclismo a una velocidad de paseo [8 km/h, 3,8 kcal/kg/h (15,9 kJ/kg/h) en varones adultos], que a una velocidad de competición en etapa de transición, en la que el gasto se duplica [14 km/h, 6 kcal/kg/h (25,1 kJ/kg/h) en varones adultos], o a una velocidad de contrarreloj, en la que el gasto se triplica [20 km/h, 9,6 kcal/kg/h (40,1 kJ/kg/h) en varones adultos]. Siguiendo con este ejemplo, en un estudio realizado en ciclistas del Tour de Francia, considerado como una de las pruebas más duras de resistencia, el gasto energético diario se estimó en 6.000-7.000 kcal/día (25.080-29.260 kJ/día) (8). En atletas participantes en los Juegos Olímpicos de Barcelona, 1992, el gasto calórico estimado fue de 3.281 kcal/día (13.715 kJ/día) para los hombres y 2.559 kcal/día (10.697 kJ) para las mujeres (9).

Dado que el mejor indicador del balance energético es el peso corporal, en definitiva podemos afirmar que la ingesta energética diaria adecuada para un deportista es la que mantiene un peso corporal adecuado para un óptimo rendimiento y maximiza los efectos del entrenamiento (1, 9). En condiciones normales, la ingesta calórica se ajusta automáticamente, a través de las sensaciones de hambre y saciedad, para cubrir la demanda aumentada de energía. Sin embargo, estos sensibles reguladores no son siempre fiables bajo condiciones de estrés como el entrenamiento o la competición, y el atleta puede llegar a comer en exceso, o más frecuentemente, en defecto. En ocasiones, la propia práctica deportiva impide una adecuada ingesta: en un estudio realizado en senderistas que recorren 160 km, con todo su abastecimiento en mochilas, el gasto energético diario se estimó en casi 5.000 kcal/diarias (20.900 kJ/día) y la ingesta resultó insuficiente para mantener la masa corporal, registrándose pérdidas sensibles de peso (10).

En aquellos deportes donde el bajo peso corporal puede condicionar el éxito del deportista, o limita su participación en categorías, se producen con frecuencia fuertes restricciones energéticas, poco controladas por sus entrenadores o equipo técnico, que en ocasiones pueden crear serios problemas de malnutrición (1, 2, 9). Es el caso de la gimnasia rítmica y deportiva, patinaje artístico, baile, jockeys, corredores de fondo. La baja ingesta energética anula los efectos beneficiosos del entrenamiento (2). Mantenido en el tiempo, puede dar lugar a pérdida de peso, con pérdida de tejido muscular (2), se asocia a déficit de minerales y vitaminas (1), que, unida a altos regímenes de actividad física puede conducir a inmunosupresión (11) y, junto con la disminución de la grasa corporal, se han descrito alteraciones endocrinas, siendo la amenorrea la de mayor incidencia (9). Algunos atletas llegan a desarrollar comportamientos patológicos para el control del peso y trastor-

nos de la conducta alimentaria (temas que son más ampliamente tratados en otro capítulo de esta misma monografía). Debido a ello, el peso y la composición corporal no deberían utilizarse como criterios únicos para permitir la participación en determinadas pruebas deportivas. Se debe evitar la pesada frecuente y diaria y es preferible que los objetivos de peso y composición corporal se alcancen antes del periodo de competición y bajo la supervisión de un profesional especializado (2). La restricción calórica suele ser más frecuente en mujeres atletas, en las que se describe un mayor riesgo de la llamada "triada de la atleta": trastornos de la conducta alimentaria, amenorrea y osteoporosis (12).

Pueden consultar más información sobre metabolismo energético y requerimientos de energía en el deporte en las referencias (4) y (5).

Recomendaciones nutricionales en la dieta del deportista

Para hacer frente a esta mayor demanda energética es necesario aumentar cuantitativamente el consumo de alimentos, pero ¿de qué tipo de alimentos? Una dieta equilibrada y adecuada para el deportista de élite se basa en los mismos principios de variedad, moderación y equilibrio en los que se basa una dieta adecuada para individuos menos activos. Estos principios quedan reflejados en el llamado perfil calórico ideal: el 55% de la energía total consumida debe proceder de los hidratos de carbono, no más del 30% de la grasa y el 15% de la proteína.

No obstante, siempre se ha de tener en cuenta la ingesta energética e incluso valorar en cada caso individual la forma de aplicar estos porcentajes. Por ejemplo, si la ingesta energética alcanza las 4.000-5.000 kcal/día (16.720-20.900 kJ/día), una dieta que tan sólo proporcione el 50% de la energía en forma de carbohidratos aportará de 500 a 600 g/día (7-8 g/kg de peso corporal para un atleta de 70 kg), cantidad suficiente para mantener las reservas de glucógeno día a día. Además, si sólo el 10% de la energía fuera aportada por las proteínas, la ingesta absoluta de las mismas (100-125 g/día) superaría la ingesta recomendada de proteínas para el atleta (1,2-1,7 g/kg o 84-119 g/día en el atleta de 70 kg). Por el contrario, si la ingesta energética es de 2.000 kcal/día (8.360 kJ/día), una dieta que proporcione el 60% de la energía en forma de carbohidratos podría no resultar suficiente para mantener una reserva óptima de carbohidratos (4-5 g/kg en un atleta de 60 kg) (2). Con frecuencia, además, el deportista encuentra dificultades en cubrir sus necesidades energéticas, por el volumen de alimentos a consumir y la gran cantidad de hidratos de carbono complejos (9), por lo que se puede recurrir a preparados comerciales, especialmente diseñados para cubrir las necesidades de energía y nutrientes (1). Las bebidas azucaradas que se utilizan en los periodos de entrenamiento y competición aportan suficiente cantidad de hidratos de carbono sencillos (9).

En general, la dieta de los deportistas suele adecuarse a este perfil calórico propuesto. En un estudio realizado en 126 atletas participantes en los Juegos Olímpicos de Barcelona de 1992, la contribución de los macronutrientes a la energía total ingerida fue del 51% para hidratos de carbono, 17% para proteínas y 31% para grasa, en el caso de los hombres, y del 54% para hidratos



de carbono, 17% para proteínas y 29% para grasa en el caso de las mujeres (9). Otros estudios muestran desviaciones en índices de calidad de la dieta, como el índice de adecuación a la dieta mediterránea (13) o el bajo consumo de frutas, verduras y hortalizas (14), muy similares a las observadas en sujetos de la misma edad, pero menor actividad física.

Hidratos de carbono

En relación con los hidratos de carbono, se recomienda consumir de 6 a 10 g/kg de peso corporal y día (2), que aporten más del 50% de la energía total, limitando el consumo de carbohidratos sencillos al 12-15% de las calorías ingeridas (9). La dieta del deportista debe ser rica en carbohidratos para hacer frente al elevado consumo y mantener repletas las reservas de glucógeno, ya que éstas son limitantes del ejercicio, incluso en los casos en que las grasas son utilizadas como principal fuente de combustión (1).

Los atletas sometidos a largos y fuertes periodos de entrenamiento o a periodos largos de competición pueden intentar aumentar la ingesta al 65 ó 70% de la energía total (1). Por la importancia de las reservas de glucógeno en el rendimiento, también se recomienda que la dieta precompetitiva sea rica en hidratos de carbono. La técnica de sobrecarga de hidratos de carbono, que consiste en agotar los almacenes musculares mediante una dieta pobre en este nutriente y ejercicio extenuante, para recuperarlos al máximo posteriormente con el procedimiento contrario, permite almacenar de dos a tres veces la cantidad de glucógeno habitual, posiblemente debido a un aumento en la actividad de la glucógeno sintetasa (9, 15). No obstante, este método tan drástico presenta inconvenientes que hacen que sólo deba ser utilizado esporádicamente. Dado que cada gramo de glucógeno se almacena con 3 g de agua, un individuo con 20 kg de masa muscular podría almacenar unos 600 g de glucógeno, lo cual significa casi 2 l de agua y un aumento de peso de aproximadamente 2,5 kg; todo ello puede producir letargo, depresión muscular, tirantez y falta de elasticidad, calambres, rigidez, sensación de pesadez y de fatiga más temprana (9, 16). Por ello, algunos investigadores desaconsejan ésta práctica. Sólo está recomendada en pruebas de fondo o resistencia (maratón, ciclismo, esquí de fondo). Además, las dietas que proporcionan más del 55% de la energía total en forma de carbohidratos resultan ajenas a los hábitos alimentarios de poblaciones actuales, por lo que se ha observado que aunque el deportista percibe estar haciendo una dieta hiperhidrocarbonada, su ingesta puede no llegar siquiera a alcanzar las recomendaciones para este nutriente (17).

Una práctica muy habitual entre los deportistas es la ingesta de pequeñas raciones de hidratos de carbono simples antes o durante el ejercicio. La ingesta de azúcares sencillos previa al esfuerzo, como medida para preservar los almacenes de glucógeno es controvertida, y aunque algunos autores observan un aumento en el rendimiento, los resultados no son concluyentes (9). Este consumo incluso podría estar contraindicado, ya que la elevación temporal de la glucosa en sangre provoca una elevación de la insulinemia y una disminución de la actividad lipasa, existiendo por tanto peligro de hipoglucemia. Al comenzar la prueba en estas condiciones, el deportista se

encuentra con un cuadro hormonal inadecuado para enfrentarse al esfuerzo y la disponibilidad de los ácidos grasos como fuente de energía se encuentra limitada. Por el contrario, una vez se ha iniciado el ejercicio y cuando el glucógeno está disminuyendo, los aportes exógenos de hidratos de carbono simples son recomendables, pues ayudan a preservar el glucógeno corporal retrasando así el agotamiento (9).

Grasas

La ingesta de grasas debe proporcionar entre el 20 y el 35% de la energía total consumida (2). Los ácidos grasos saturados no deben superar el 10% del aporte calórico total, y los ácidos grasos esenciales deben aportar del 3 al 5% de la energía (ácido linoleico) y del 0,5 al 1% (ácido linolé-nico) (1). Aunque son también fuente de energía, las reservas de grasa se mantienen sin depender de la ingesta de la misma. Por ello no se recomiendan dietas ricas en grasa. Además, la grasa se metaboliza más lentamente que los hidratos de carbono y, aunque aporta más energía, es fuente menos eficiente. Por otro lado, puesto que los alimentos grasos se asocian a un vaciamiento gástrico lento, en ocasiones producen náuseas e indigestión si se consumen inmediatamente antes de una competición.

Debido al estrés fisiológico inducido por el ejercicio físico intenso, en el que la formación excesiva de radicales libres y los procesos traumatológicos generan un estado proinflamatorio, la ingesta de ácidos grasos poliinsaturados omega-3 cobra especial importancia. Los ácidos grasos omega-3 presentan propiedades antiinflamatorias, antitrombóticas, antiarítmicas, hipolipemiantes y vasodilatadoras. Por ello, los atletas deben consumir, además de los ácidos grasos esenciales anteriormente citados, de 1 a 2 g/día de ácido eicosapentanoico (EPA) y docosahexanoico (DHA), ambos de la familia omega-3, intentando mantener una relación ácidos grasos omega-3/omega-6 de 2:1 (18).

Proteínas

Actualmente las necesidades de proteína en la población general adulta, se han estimado en 0,8 g/kg de peso corporal y el rango de distribución de macronutrientes que se considera aceptable para la proteína es del 10 al 35% de la energía total de la dieta (6). En las ingestas dietéticas de referencia para proteínas y aminoácidos no se especifica una recomendación mayor para los atletas, ya que en realidad no disponemos de una evidencia científica sólida que justifique una mayor necesidad proteica y una recomendación específica para ellos. No obstante, las personas con actividad crónicamente elevada movilizan sus proteínas musculares en mayor grado que los individuos sedentarios y, por tanto, tienen una mayor oxidación de aminoácidos esenciales, lo cual implica casi con certeza un aumento en sus necesidades (5, 9, 19). Esta mayor necesidad podría, además, verse justificada por otros aspectos como son el crecimiento de la masa muscular en deportes de máxima potencia, como el levantamiento de pesas, la lucha, la jabalina (9, 19). Por ello, en deportes de resistencia y para el entrenamiento de fuerza, con importante desarrollo



muscular, las necesidades de proteínas se estiman en torno a 1,2-1,7 g/kg de peso corporal y día (2, 5, 9). Sin embargo, dado que en las sociedades industrializadas la ingesta proteica supone un 15-17% de las calorías totales, cualquier individuo sedentario viene consumiendo la cantidad de proteína necesaria para los deportistas (5, 9). Por tanto, podemos dejar como recomendación a los deportistas que la proteína debe aportar en torno al 15% de la energía total consumida (1, 19). Si el aporte energético es adecuado, se cubrirán las necesidades de proteína aunque éstas se encuentren incrementadas.

El consumo de dosis masivas de suplementos de aminoácidos y proteínas, con el fin de desarrollar la musculatura, es una práctica muy extendida, especialmente entre levantadores de pesas y culturistas (9, 19). Sin embargo, es necesario aclarar que el principal factor que interviene en dicho desarrollo es hacer trabajar al músculo varias veces a la semana por lo menos al 70% de su capacidad máxima; de otro modo, el exceso de proteínas se almacenaría en forma de grasa (9). Además, la ingesta total de proteínas debe mantenerse por debajo de los 2 g/kg de peso corporal, ya que un exceso puede contribuir a la deshidratación, la esclerosis renal asociada al envejecimiento o incluso a la desmineralización ósea (5, 9).

En general, dado que todavía no se tiene certeza acerca del posible efecto beneficioso de los suplementos de proteínas y aminoácidos en el rendimiento deportivo (19), las recomendaciones acerca de su uso se mantienen conservadoras y se dirigen preferentemente al objetivo de optimizar la respuesta al entrenamiento y la recuperación después del ejercicio (2).

Micronutrientes

Una consideración inicial importante es el efecto que el ejercicio físico puede tener sobre el estatus en micronutrientes, es decir, ¿induce el ejercicio físico una deficiencia en vitaminas o minerales? De forma general, se acepta que el ejercicio físico moderado no afecta *per se* al estatus corporal en vitaminas y minerales. Sin embargo, el ejercicio físico sostenido puede imponer una mayor demanda en las vías metabólicas en las que participan los micronutrientes y que se traducen en producción de energía, síntesis de hemoglobina, mantenimiento de la salud ósea, función inmune y protección frente al daño oxidativo. Por ello, muchos autores sostienen que las necesidades de micronutrientes en deportistas se ven incrementadas. No obstante, no se publican ingestas dietéticas de referencia para vitaminas y minerales que sean específicas para atletas.

El uso de suplementos de vitaminas y minerales no es necesario si el atleta consume una cantidad correcta de energía para mantener su peso corporal y ésta procede de variedad de alimentos (2), ya que así quedan cubiertas sus necesidades, incluso aunque se encuentren incrementadas (9). Además, el uso de suplementos de vitaminas y minerales no mejora el rendimiento en atletas que consumen dietas nutricionalmente adecuadas (2). Por ejemplo, en el estudio de Telford y col (20) se analizaron los indicadores sanguíneos de vitaminas B₁, B₂, B₆, B₁₂, C, E, A y folatos en atletas, durante un periodo de 8 meses de entrenamiento y expuestos a un suplemento multivitamínico-multimineral. Al cabo de los 8 meses, encontraron elevadas las concentraciones sanguíneas de

ciertas vitaminas (B_1 , B_6 , B_{12} y folatos) en los suplementados, pero no observaron ningún efecto sobre el rendimiento deportivo.

Sin embargo, entre los deportistas de élite es muy frecuente el uso de suplementos de micronutrientes, pero no para cubrir una deficiencia, si no más bien con otros fines: aumentar la fuerza, la masa muscular, la capacidad para producir energía, mejorar el estado mental y el bienestar general, reducir el tiempo de recuperación tras el ejercicio, la grasa corporal, el dolor o la inflamación. Un estudio realizado sobre más de 10.000 atletas participantes en 15 deportes diferentes muestra que el 46% de ellos es consumidor habitual de suplementos vitamínicos y minerales (21). Aunque algunos nutrientes han sido utilizados por los deportistas ciertamente para aumentar su rendimiento (carbohidratos, agua), en el caso de los suplementos vitamínicos o minerales y su efecto sobre el rendimiento, hay muchas creencias erróneas.

Los atletas que presentan un mayor riesgo de padecer déficits en micronutrientes son los que limitan la ingesta energética, pierden peso de forma importante, rechazan uno o varios grupos de alimentos o consumen dietas desequilibradas con baja densidad de nutrientes (2, 9). En este caso, los atletas pueden beneficiarse notablemente de una suplementación nutricional.

Entre las vitaminas más populares entre los deportistas, nos encontramos con las vitaminas que constituyen el complejo B. Éstas están implicadas en el metabolismo energético de los hidratos de carbono, proteínas y grasas y, por ello, los suplementos son consumidos habitualmente por atletas en un afán de producir energía extra. El requerimiento de tiamina (B_1) depende de la producción de energía y por ello es mayor en los atletas que en individuos sedentarios (1, 5, 9). Sin embargo, este mayor requerimiento queda cubierto perfectamente gracias al mayor consumo de alimentos, siempre que se haga a partir de una dieta equilibrada. Lo mismo ocurre con la riboflavina (B_2) y la niacina (1, 5, 9).

En cuanto a la piridoxina (vitamina B_6), si la ingesta proteica aumenta por encima de los 100 g diarios, habrá que incrementar el consumo de piridoxina a 2 mg/día por la intervención que dicha vitamina tiene en el metabolismo proteico (1, 9). Fuera de esta situación, la suplementación con piridoxina no ofrece ventajas especiales.

La vitamina B_{12} también es muy utilizada como suplemento por los atletas, bajo la creencia de que es capaz de aportar energía en el esfuerzo físico intenso. Esto no ha sido demostrado. Los únicos atletas para los cuales es recomendable el uso de suplementos de B_{12} es para los vegetarianos estrictos, ya que la B_{12} se encuentra únicamente en alimentos de origen animal (2, 22).

Otras vitaminas populares son las antioxidantes. Durante el ejercicio, el músculo genera radicales libres de oxígeno en el propio metabolismo energético e incluso puede generar otro tipo de radicales por procesos mecánicos como la presión articular o los traumatismos. Por ello, se piensa que los suplementos de vitaminas antioxidantes (especialmente la E y también la C o el beta-caroteno) son eficaces en la prevención del daño oxidativo en el ejercicio físico (9, 23-25). Sin embargo, no está claro que el ejercicio físico intenso incremente los requerimientos de vitamina E u otros



antioxidantes, ya que el ejercicio en sí también estimula la producción de las principales enzimas antioxidantes (glutathion peroxidasa, superóxido dismutasa y catalasa) y aumenta la captación de vitamina E por el músculo y otros tejidos, para hacer frente a esa mayor producción de radicales libres (2, 4, 26). Por ello, no parece que sea necesario el uso de suplementos en individuos correctamente entrenados (26).

En definitiva, podemos decir que las necesidades de vitaminas en atletas no son muy diferentes a las de individuos sedentarios, aunque se siguen realizando numerosos estudios para analizar los efectos de la suplementación sobre el rendimiento y la salud. La suplementación vitamínica deberá recomendarse cuando la dieta sea insuficiente (9) y deberán mantenerse las recomendaciones en cuanto a suplementación no relacionadas con el ejercicio físico. Tal es el caso del ácido fólico en las mujeres que pueden quedarse embarazadas para prevenir malformaciones congénitas como los defectos del tubo neural (27).

Los minerales son importantes reguladores de los procesos fisiológicos que acontecen en el esfuerzo físico. Los suplementos minerales también son muy populares entre los atletas. Sin embargo, y tal como ocurre con las vitaminas, la mayor ingesta calórica es capaz de cubrir suficientemente los requerimientos de minerales.

Entre los minerales, el hierro requiere una especial atención, ya que su deficiencia no sólo afecta al rendimiento, sino también a la salud en general. Además, las necesidades del atleta se encuentran incrementadas por la mayor síntesis de hemoglobina, mioglobina y enzimas oxidativas, por una menor absorción y un aumento en la eliminación a través del sudor y pérdidas gastrointestinales de sangre (5, 9). Así, las ingestas recomendadas de hierro para deportistas habrán de ser superiores a las de la población en general, aunque al igual que sucede con otros nutrientes, todavía no existen datos suficientes que permitan determinar valores concretos para esta colectividad (9). Además, la baja ingesta de hierro puede agravar la llamada “anemia del deportista”, caracterizada por una elevada destrucción de eritrocitos debida al estrés fisiológico (1), y que se observa principalmente entre atletas de fondo como corredores de distancia (9). En estos casos puede ser necesario un suplemento de hierro.

El calcio también puede ser un nutriente interesante en algunos deportistas. Uno de los beneficios reconocidos del ejercicio físico regular es favorecer la mineralización ósea siempre que la ingesta de calcio sea adecuada. Sin embargo, como consecuencia de la amenorrea secundaria que sufren muchas atletas, y que es debida a trastornos de la alimentación o a esfuerzo físico muy fuerte en la etapa de la menarquia, puede haber una disminución de los estrógenos plasmáticos y pérdidas de masa ósea, aumentando el riesgo de osteoporosis, fracturas y lesiones musculotendinosas (9). En atletas con riesgo de osteoporosis podría recomendarse una ingesta de calcio similar a la de las mujeres en la postmenopausia (1.000 a 1.500 mg/día) para compensar la deficiencia de estrógenos (9).

Los electrolitos son partículas cargadas eléctricamente: sodio (Na^+), potasio (K^+), cloruro (Cl^-), calcio (Ca^{++}) o magnesio (Mg^{++}), que participan en la transmisión del impulso nervioso, en la contracción muscular, en el mantenimiento de los fluidos y en el mantenimiento de un equilibrio ácido-base adecuado. La concentración intra y extracelular de electrolitos es muy importante y debe mantenerse dentro de un margen estrecho para que pueda producirse la transmisión nerviosa y la contracción del músculo. El corazón es especialmente sensible a desequilibrios en los electrolitos, ya que éstos pueden conducir a arritmias y muerte. Su importancia en la práctica deportiva radica en que pueden perderse por la sudoración. Una pérdida muy severa de sodio a través de la orina y el sudor conduce a reducción del volumen extracelular y plasmático, menor fuerza en la contracción cardiaca, una disminución en la presión arterial y, por tanto, una reducción en el rendimiento físico, además de otros efectos negativos sobre la salud (debilidad muscular, fatiga extrema, apatía, disfunción mental, calambres musculares, náuseas, mareos). El problema de la depleción de sodio es más frecuente en los deportistas no aclimatados que compiten en zonas de muy alta temperatura que en los que están aclimatados, ya que una de las adaptaciones de los deportistas al ejercicio es la producción de sudor hipotónico (9). No obstante, cuando las pérdidas por sudoración son masivas, en condiciones ambientales extremas o cuando la intensidad del ejercicio es sumamente elevada, es necesario el aporte de electrolitos, ya que en estas circunstancias se han descrito casos de hiponatremia hipotónica por beber agua sin electrolitos (9).

El sodio forma parte muchas veces de las bebidas isotónicas, de las que hablaremos a continuación. En este caso, su efecto sobre el rendimiento es positivo ya que se favorece la rehidratación, al aportar isotonicidad a la solución.

Agua y líquidos

La ingesta de agua es importantísima para reponer los fluidos perdidos por la sudoración. No hace muchos años, existía una creencia generalizada de que tomar agua antes o durante el ejercicio podía disminuir el rendimiento, enfriar al atleta o sentarle mal al estómago. Afortunadamente, esta práctica ya no se mantiene. Los estudios científicos nos demuestran que la ingesta de agua antes y durante el ejercicio es vital para evitar la deshidratación, uno de los factores principales que limitan la capacidad del organismo para la realización de un esfuerzo físico intenso (1). Pérdidas de agua superiores al 2% del peso corporal provocan la aparición de fatiga y alteran el mecanismo de disipación de calor, con el consiguiente aumento de la temperatura corporal y posible pérdida de coordinación (1, 9). La deshidratación extrema, pérdidas del 7 al 10% del peso corporal, puede llegar incluso a poner en peligro la vida del deportista (1, 9).

En el comercio hay multitud de bebidas para deportistas, concretamente bebidas isotónicas, cuya intención es proporcionar fluidos, hidratos de carbono y electrolitos para mejorar el rendimiento. Es importante que estas bebidas sean isotónicas, es decir, que presenten igual concentración de sales y fuerza osmótica que los fluidos del organismo, porque así su absorción es mucho más rápida y eficaz. Así mismo, a aquellas que contienen hasta un 10% de hidratos de carbono (glu-

cosa, fructosa o polímeros de glucosa) sí parecen mejorar el rendimiento cuando el esfuerzo físico es prolongado, ya que aportan una fuente de energía y evitan la depleción de las reservas de glucógeno en deportes de resistencia (maratón, ciclismo) (5). No deberían contener vitaminas, ya que durante el ejercicio no se producen pérdidas significativas y cantidades extra de las mismas no van a mejorar el rendimiento. La ingesta de grandes cantidades de estas bebidas isotónicas podría, además, conducir a sobredosis de vitaminas.

Conclusión

En conclusión, tanto el deportista como el equipo técnico en el que se apoya, deben ser conscientes de la importancia de una alimentación adecuada sobre el rendimiento deportivo y la salud del deportista. Adaptar la dieta a las necesidades concretas del deportista y buscar el consejo dietético nutricional por parte de un profesional debidamente preparado para ello, deben constituir las prioridades en la alimentación del deportista.

Bibliografía

1. González-Gross M, Gutiérrez A, Mesa JL, Ruiz-Ruiz J, Castillo MJ. La nutrición en la práctica deportiva: adaptación de la pirámide nutricional a las características de la dieta del deportista. *Arch Latinoam Nutr*, 2001; 51(4):321-31.
2. American College of Sports Medicine, American Dietetic Association, Dietitians of Canada. *Nutrition and Athletic Performance*. Med Sci Sports Exerc, 2009; Feb 6 (Epub ahead of print).
3. Coyle E, Jeukendrup A, Wagenmakers A, Saris W. Fatty acid oxidation is directly regulated by carbohydrate metabolism during exercise. *Am J Physiol*, 1997; 273:E268-75.
4. González-Gallego J. Nutrición y Ejercicio Físico, en *Tratado de Nutrición*. Gil A, editor. Acción Médica. 2005. pp. 470-500.
5. Mataix-Verdú J, González-Gallego J. Actividad física y deporte, en *Nutrición y Alimentación humana*. Mataix-Verdú J, editor. Ediciones Ergon. 2002.
6. Food and Nutrition Board, Institute of Medicine of the National Academies, *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids*, ed. The National Academies Press. 2005.
7. Watts P, Martin DT, Schmeling MH, Silta BC, Watts AG. Exertional intensities and energy requirements of technical mountaineering at moderate altitude. *J Sports Med Phys Fitness Dec*, 1990; 30(4):365-76.
8. Coyle E. Timing and method in increased carbohydrate intake to cope with heavy training competition and recovery. *J Sports Sci*, 1991; 9:pp. 29-52.
9. Vega-Romero F, Carbajal-Azcona A, Moreiras-Tuni O. Necesidades de energía y nutrientes en atletas. Deficiencias más comunes. *Rev Clin Esp*, 1996; 196(6):381-7.
10. Hill L, Swain DP, Hill EL. Energy balance during backpacking. *Int J Sports Med*. Nov 2008; 29(11):883-7. Epub 2008 Apr 17.

11. López-Varela S, Montero A, Chandra RK, Marcos A. Nutritional status of young female elite gymnasts. *Nutr Res*, 2000; 70(4):185-90.
12. Gabel KA. Special nutritional concerns for the female athlete. *Curr Sports Med Rep Jun 2006*; 5(4):187-91.
13. Sánchez-Benito J, Sánchez-Soriano E, Ginart Suárez J. Assessment of the Mediterranean Diet Adequacy Index of a collective of young cyclists. *Nutr Hosp Jan-Feb 2009*; 24(1):77-86.
14. Aerenhouts D, Hebbelinc M, Poortmans JR, Clarys P. Nutritional habits of Flemish adolescent sprint athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab Oct 2008*; 18(5):509-23.
15. Costill D, Hargreaves M. Carbohydrate nutrition and fatigue. *Sports Med*, 1992; 13:86-92.
16. Fogelholm G, Tikkanen HO, Naveri HK, Naveri LS, Harkonen MHA. Carbohydrate loading in practice: high muscle glycogen concentration is not certain. *Br J Sports Med*, 1991; 25(1):41-4.
17. Havemann L, Goedecke JH. Nutritional practices of male cyclists before and during an ultraendurance event. *Int J Sport Nutr Exerc Metab Dec 2008*; 18(6):551-66.
18. Simopoulos AP. Omega-3 fatty acids and athletics. *Curr Sports Med Rep Jul 2007*; 6(4):230-6.
19. Phillips SM. Protein requirements and supplementation in strength sports. *Nutrition Jul-Aug 2004*; 20(7-8):689-95.
20. Telford R, Catchpole EA, Deakin V, Hahn AG, Plank AW. The effect of 7 to 8 months of vitamin/mineral supplementation on athletic performance. *Int J Sport Nutr Jun 1992*; 2(2):135-53.
21. Sobal J, Marquart LF. Vitamin/mineral supplement use among athletes: a review of the literature. *Int J Sport Nutr Dec 1994*; 4(4):320-34.
22. Venderley A, Campbell WW. Vegetarian diets: nutritional considerations for athletes. *Sports Med*, 2006; 36(4):293-305.
23. Takanami Y, Iwane H, Kawai Y, Shimomitsu T. Vitamin E supplementation and endurance resistance. Are there benefits? *Sports Med*, 2000; 29:73-83.
24. Ji LL. Antioxidants and oxidative stress in exercise. *Proc Soc Exp Biol Med*, 1999; 222(3):283-92.
25. Maughan RJ. Role of micronutrients in sport and physical activity. *Br Med Bull*, 1999; 55(3):683-90.
26. Margaritis I, Rousseau AS. Does physical exercise modify antioxidant requirements? *Nutr Res Rev Jun 2008*; 21(1):3-12.
27. Bailey LB. Dietary reference intakes for folate: the debut of dietary folate equivalents. *Nutr Rev Oct 1998*; 56(10):294-9.

Evaluación de los hábitos alimenticios del deportista de élite: el caso del fútbol

Eduardo Iglesias Gutiérrez*, **Pablo M. García-Rovés González**** y **Ángeles M. Patterson*****

*Profesor Adjunto. Departamento de Ciencias Farmacéuticas y de la Alimentación. Universidad CEU San Pablo. Madrid. España.

**Profesor Asociado e Investigador. Department of Molecular Medicine and Surgery (Integrative Physiology). Karolinska Institutet. Estocolmo, Suecia.

***Catedrática de Fisiología. Departamento de Biología Funcional (Área de Fisiología). Universidad de Oviedo. Asturias. España.

Resumen

Los estudios sobre el estado nutricional, la ingesta de nutrientes y, especialmente, sobre los hábitos alimenticios de los futbolistas, no han sido tan numerosos como cabría esperar del impacto y la popularidad de este deporte. La mayor parte de los autores que han evaluado este aspecto coinciden en señalar la necesidad de desarrollar programas de educación nutricional en futbolistas, varones y mujeres, profesionales y jóvenes, a la vista de que sus hábitos alimenticios y su ingesta nutricional han sido descritos frecuentemente como inadecuados. El objetivo de estos programas sería promover unos hábitos alimenticios saludables que permitan optimizar el rendimiento y que perduren en el tiempo, más allá del final de sus carreras deportivas. El diseño e implementación de un programa de intervención en un grupo de futbolistas de alto nivel exige conocer a priori no sólo su estado nutricional, sino también otros aspectos relacionados con la selección de alimentos y la ingesta de nutrientes para los que apenas existe bibliografía disponible, como son las preferencias y aversiones alimentarias, la influencia de la posición que el jugador ocupa en el campo y el análisis de la dieta durante un partido de competición.

Introducción

El fútbol es en la actualidad el deporte más popular en todo el mundo, con unos 200 millones de jugadores federados (1), y se estima que en el año 2010 habrá más mujeres federadas practicando fútbol que hombres (2). Es, además, un fenómeno sociológico y mediático innegable. La última Copa del Mundo disputada en Alemania en el año 2006 se televisó en 214 países y fue retransmitida por 376 canales, con una cobertura total de más de 73.000 horas de programación televisiva y una audiencia acumulada de 26.290 millones de espectadores. La reciente Eurocopa de Austria y Suiza de 2008 fue seguida por una audiencia acumulada de más de 8.000 millones de telespectadores a nivel mundial.

Durante los últimos años ha habido, además, un importante desarrollo de las ciencias del deporte y el fútbol no ha sido ajeno a este crecimiento. La mayor parte de las investigaciones biomédicas relacionadas con el fútbol se han centrado, fundamentalmente, en la determinación de las demandas fisiológicas de este deporte y su influencia en la utilización y biodisponibilidad de los sustratos energéticos (3, 4), en la descripción de las características y capacidades físicas de los futbolistas (5, 6) y en los efectos que la suplementación con distintos tipos de productos ejerce sobre algunos parámetros relacionados con el rendimiento (7-9). Un buen número de estudios ha analizado, además, la influencia que tiene la posición que el jugador ocupa en el campo sobre las demandas fisiológicas del fútbol (10, 11) y sobre las características y capacidades físicas de los futbolistas (5, 12, 6, 13, 14). Son numerosas también las publicaciones que recogen las recomendaciones nutricionales y prácticas dietéticas más adecuadas para optimizar el rendimiento de los futbolistas, sacar el máximo provecho de los entrenamientos, mejorar la recuperación durante y entre los ejercicios, así como alcanzar y mantener un peso y una condición física ideal, minimizando el riesgo de lesión y enfermedad (15-22).

Sin embargo, los estudios sobre el estado nutricional, la ingesta de nutrientes y, especialmente, sobre los hábitos alimenticios de los futbolistas, no han sido tan numerosos como cabría esperar del impacto y la popularidad de este deporte (tabla 1); de hecho hasta el año 2005 no se había publicado ningún artículo de nivel internacional en el que se evaluase el estado nutricional de futbolistas españoles (23).

Valoración del estado nutricional del futbolista de alto nivel

La valoración del estado nutricional de un deportista es una tarea compleja, y un conocimiento detallado del mismo debe incluir, además del análisis de la ingesta dietética (que no caracteriza el estado nutricional *per se*), una valoración clínica, información sobre la composición corporal, determinaciones de parámetros bioquímicos y hematológicos y una valoración funcional del rendimiento (40, 41), teniendo en cuenta, además, la multitud de factores que influyen directa o indirectamente en la selección de alimentos y los hábitos alimenticios de los deportistas (preferencias y aversiones de alimentos, conocimientos sobre alimentación/nutrición y salud, entorno familiar, entorno sociocultural, entorno deportivo, entorno físico). En el caso de la bibliografía disponible sobre futbolistas, la mayoría de los estudios se han centrado en algún aspecto concreto de la valoración del estado nutricional y únicamente los estudios de Rico-Sanz *et al* (1998) (29) e Iglesias-Gutiérrez *et al* (2005) (23) han llevado a cabo una valoración completa, si bien sólo en el último caso los futbolistas fueron evaluados viviendo en su entorno familiar y bajo circunstancias habituales de entrenamiento, competición y estudios o trabajo.

Muchos autores han señalado la necesidad de desarrollar programas de educación nutricional en futbolistas, varones y mujeres, profesionales y jóvenes (23, 35, 2, 37, 36, 39), a la vista de que sus hábitos alimenticios y su ingesta nutricional han sido descritos frecuentemente como inadecuados. El objetivo de estos programas sería promover unos hábitos alimenticios saludables que permitan

optimizar el rendimiento y que perduren en el tiempo, más allá del final de sus carreras deportivas, con el objetivo de disminuir el riesgo de desarrollar enfermedades crónico-degenerativas asociado con determinadas prácticas dietéticas (42).

Sin embargo, a pesar de estos antecedentes, no existe en la literatura internacional ningún estudio en el que se haya diseñado e implementado un programa de intervención nutricional en futbolistas. Es cierto que Bangsbo (1997) (27), en un estudio concerniente a los efectos de una dieta rica en hidratos de carbono (HC) sobre el rendimiento en ejercicios intermitentes, consiguió aumentar la ingesta de HC de un grupo de futbolistas desde el 45% hasta el 65% de la energía consumida controlando el 60% de la dieta de estos jugadores, mientras que ellos, dentro de determinadas líneas generales, podían escoger por su cuenta el 40% restante. No podemos considerar, en ningún caso este estudio como una intervención nutricional, aunque el autor apunta un dato interesante y es que los alimentos consumidos en la dieta rica en HC son fácilmente accesibles y se encuentran habitualmente en la mayoría de los hogares, por lo que concluye que no parece necesario cambiar drásticamente los hábitos alimenticios para conseguir una mejor ingesta nutricional.

Más recientemente Abood *et al* (2004) (34) diseñaron e implementaron un programa de intervención nutricional en mujeres futbolistas. La ingesta de nutrientes de partida de estas deportistas (proteínas: 13%, HC: 59% y lípidos: 24% del total de la energía consumida) era notablemente mejor que el observado en cualquiera de los estudios llevados a cabo con varones, siendo muy próximo a las recomendaciones. De hecho, desde el punto de vista de la ingesta de nutrientes, la intervención nutricional llevada a cabo en este grupo fue inefectiva. Además, dado que este estudio se centró exclusivamente en la ingesta de nutrientes, no podemos saber si la intervención tuvo alguna incidencia en la optimización de las fuentes alimentarias de estos nutrientes.

El diseño e implementación de un programa de intervención en un grupo de futbolistas de alto nivel exige conocer a priori no sólo su estado nutricional, sino también otros aspectos relacionados con los hábitos alimenticios, la selección de alimentos y la ingesta de nutrientes para los que apenas existe bibliografía disponible, como son:

1. Valorar la influencia de las preferencias y aversiones alimentarias en la selección de alimentos y la ingesta de nutrientes.
2. Analizar si las diferencias posicionales descritas en las demandas fisiológicas del fútbol y en las características y las capacidades físicas de los jugadores influyen en su ingesta de energía y macronutrientes.
3. Evaluar la ingesta de nutrientes y energía durante el periodo de concentración previo y posterior a un partido de competición disputado fuera de casa.

En los próximos apartados analizaremos estos aspectos a partir de los datos recogidos en algunos estudios llevados a cabo por nuestro grupo de investigación.

Tabla 1. Revisión bibliográfica del gasto energético y de la ingesta de energía y macronutrientes de futbolistas varones y mujeres de distintas edades

	Jacobs et al (1982) (24)	Bangsbo et al (1992) (8)	Rokitzki et al (1994) (25)
MÉTODO DE REGISTRO DE LA DIETA	REGISTRO DIETÉTICO (medidas caseras)	REGISTRO DIETÉTICO (medidas caseras)	MÉTODO DE DOBLE PESADA
Número de días de registro	7	3	7
Número de individuos	15	7	12
Género	Varones	Varones	Varones
Edad	23,6 (20-30) años	23 (20-28) años	22,0 (20-29) años
Gasto energético diario	?	?	?
Ingesta energética	20.700 ± 4.713 kJ	15,7 (9,5-22,1) MJ	3.267 (2.960-3.460) kcal
Proteínas			
g	170 ± 27	144 (49-218)	?
g/kg PC	?	?	?
% energía	13,6 ± 1,6	15,7 (14-18)	14 (13-15)
Hidratos de carbono			
g	596 ± 127	426 (236-757)	?
g/kg PC	?	?	?
% energía	47,0 ± 3,3	46,3 (40-56)	47 (43-49)
Fibra			
g	?	?	?
g/1.000 kcal	?	?	?
Lípidos			
g	217 ± 36	152 (76-245)	?
% energía	29,2 ± 8,4*	38,0 (29-46)	37 (34-39)
AGM	?	?	?
AGP	?	?	?
AGS	?	?	?

PC = Peso corporal; AGS = Ácidos Grasos Saturados; AGM = Ácidos Grasos Monoinsaturados; AGP = Ácidos Grasos Poliinsaturados.

El símbolo "?" indica que esa información no ha sido aportada por el autor.

Si no se especifica nada más, los valores se expresan como Media ± Desviación típica. ^aValores expresados como Media (Rango). ^bValores expresados como Media. ^cValores expresados como Media (Error estándar de la media).

^dValores expresados como Rango.

*Posible valor erróneo.

Giada et al (1996) (26)	Bangsbo et al (1997) (27)	Maughan et al (1997) (28)	
		Equipo A	Equipo B
REGISTRO DIETÉTICO (medidas caseras)	?	MÉTODO DE DOBLE PESADA	
4	4	7	7
20	?	26	25
Varones	Varones	Varones	Varones
25 ± 4 años	?	26 ± 4 años	23 ± 4 años
	?	?	?
3.650 ± 434 kcal	20,7 MJ	11,0 ± 2,6 MJ	12,8 ± 2,2 MJ
?	?	103 ± 26	108 ± 20
?	?	?	?
15,9 ± 1,5	14	15,9 ± 2,6	14,3 ± 2,0
?	?	354 ± 95	397 ± 94
?	?	?	?
55,8 ± 2,9	47	51,4 ± 7,8	48,4 ± 4,4
?	?	?	?
?	?	?	?
?	?	93 ± 33	118 ± 24
28,3 ± 2,8	39	31,5 ± 5,2	35,0 ± 4,1
?	?	?	?
8,47 ± 3,8 g	?	?	?
35,4 ± 7,8 g	?	?	?

Continúa

Tabla 1. (Continuación)

	Rico-Sanz et al (1998) (29)	Boisseau et al (2002) (30)	Equipo P _{1,96}
MÉTODO DE REGISTRO DE LA DIETA	REGISTRO DIETÉTICO (medidas caseras)	MÉTODO DE DOBLE PESADA	
Número de días de registro	12	7	5
Número de individuos	8	11	21
Género	Varones	Varones	Varones
Edad	17 ± 2 años	15 ± 0 años	13 años y 4,3 ± 3,1 meses
Gasto energético diario	3.833 ± 571 kcal	2.175 (71) kcal	?
Ingesta energética	3.952 ± 1.071 kcal	2.345 (211) kcal	2.352 ± 454 kcal
Proteínas			
g	142 ± 23	101,0 (10,1)	?
g/kg PC	2,3 ± 0,6	1,68 (0,16)	1,79 ± 0,40
% energía	14,4 ± 2,3	17,5 (1,0)	14,4 ± 1,8
Hidratos de carbono			
g	526 ± 62	?	306 ± 59
g/kg PC	8,3 ^b	?	?
% energía	53,2 ± 6,2	51,0 (2,6)	52,0 ± 2,5
Fibra			
g	?	17,1 (2,1)	?
g/1.000 kcal	?	?	?
Lípidos			
g	142 ± 17	?	88 ± 21
% energía	32,4 ± 4,0	31,1 (1,8)	32,8 ± 2,9
AGM	?	23,9 (1,7)%	?
AGP	?	12,1 (2,3)%	?
AGS	?	25,6 (1,0)%	?

PC = Peso corporal; AGS = Ácidos Grasos Saturados; AGM = Ácidos Grasos Monoinsaturados; AGP = Ácidos Grasos Poliinsaturados.

El símbolo "?" indica que esa información no ha sido aportada por el autor.

Si no se especifica nada más, los valores se expresan como Media ± Desviación típica. ^aValores expresados como Media (Rango). ^bValores expresados como Media. ^cValores expresados como Media (Error estándar de la media).

^dValores expresados como Rango.

Leblanc et al (2002) (31)			
Equipo P _{2,96}	Equipo P _{3,96}	Equipo P _{1,97}	Equipo P _{1,98}
REGISTRO DIETÉTICO (medidas caseras)			
5	5	5	5
18	19	25	22
Varones	Varones	Varones	Varones
14 años y 16,3 ± 8,6 meses	15 años y 16,4 ± 8,6 meses	13 años y 4,28 ± 2,31 meses	13,5 años y 4,91 ± 2,64 meses
?	?	?	?
2.583 ± 618 kcal	2.611 ± 330 kcal	2.757 ± 578 kcal	2.420 ± 368 kcal
?	?	?	?
1,38 ± 0,35	1,53 ± 0,24	2,30 ± 0,50	1,81 ± 0,38
13,1 ± 1,7	15,1 ± 1,4	15,9 ± 1,9	15,1 ± 1,5
366 ± 88	348 ± 48	337 ± 65	294 ± 55
?	?	?	?
56,6 ± 3,1	53,6 ± 3,5	49,2 ± 4,1	48,5 ± 4,3
?	?	?	?
?	?	?	?
86 ± 25	90 ± 19	107 ± 33	98 ± 18
29,1 ± 2,8	30,2 ± 3,3	34,0 ± 4,4	35,8 ± 3,5
?	?	?	?
?	?	?	?
?	?	?	?

Continúa

Tabla 1. (Continuación)

MÉTODO DE REGISTRO DE LA DIETA	Mullinix et al (2003) (32)	Clark et al (2003) (33)		Abood et al (2004) (34)
		Temporada	Post-temporada	
	REGISTRO DIETÉTICO (medidas caseras)			
Número de días de registro	3	3	3	3
Número de individuos	11	13		15
Género	Mujeres	Mujeres		Mujeres
Edad	19,2 ± 1,1 años	20	20	19,6 ± 1,0 años
Gasto energético diario	?	?	?	?
Ingesta energética	2.015 ± 19 kcal	2.290 ± 310 kcal	2.291 ± 310 kcal	1.969 ± 414 kcal
Proteínas				
g	79 ± 33	87 ± 19	59 ± 17	?
g/kg PC	?	1,4 ± 0,3	1,0 ± 0,3	?
% energía	15	15 ± 3	13 ± 2	13 ± 2
Hidratos de carbono				
g	282 ± 118	320 ± 70	263 ± 71	?
g/kg PC	?	5,2 ± 1,1	4,3 ± 1,2	?
% energía	55	55 ± 8	57 ± 7	59 ± 9
Fibra				
g	17,7 ± 52	14,5 ± 4,9	13,3 ± 5,7	12 ± 4
g/1.000 kcal	?	?	?	?
Lípidos				
g	67 ± 28	75 ± 13	66 ± 29	?
% energía	30	29 ± 6	31 ± 7	24 ± 7
AGM	15 ± 8 g	?	?	?
AGP	8 ± 6 g	?	?	?
AGS	22 ± 10 g	?	?	?

PC = Peso corporal; AGS = Ácidos Grasos Saturados; AGM = Ácidos Grasos Monoinsaturados; AGP = Ácidos Grasos Poliinsaturados.

El símbolo "?" indica que esa información no ha sido aportada por el autor.

Si no se especifica nada más, los valores se expresan como Media ± Desviación típica. ^aValores expresados como Media (Rango). ^bValores expresados como Media. ^cValores expresados como Media (Error estándar de la media).

^dValores expresados como Rango.

Iglesias-Gutiérrez et al (2005) (23)	Ruiz et al (2005) (35)			
	Equipo A	Equipo B	Equipo C	Equipo D
MÉTODO DE DOBLE PESADA	DIARIO DIETÉTICO			
6	3	3	3	3
33	18	20	19	24
Varones	Varones	Varones	Varones	Varones
14-16 años	14,0 ± 0,05 años	14,9 ± 0,05 años	16,6 ± 0,15 años	20,9 ± 0,47 años
2.983 (2.705-3.545) kcal	?	?	?	?
3.003 (2.261-4.007) kcal	3.456 ± 309 kcal	3.418 ± 182 kcal	3.478 ± 223 kcal	3.030 ± 141 kcal
123 (90-177) 1,9 (1,2-2,6) 16 (11-20)	128,5 ± 10 2,03 ± 0,2 15,2	141,9 ± 10 2,14 ± 0,1 16,6	150,2 ± 5,1 2,03 ± 0,2 16,9	132,8 ± 6,3 1,81 ± 0,1 17,7
364 (258-508) 5,6 (3,4-8,1) 45 (37-55)	422 ± 45 6,68 ± 0,9 47,4	391 ± 27 5,94 ± 0,4 45,5	392 ± 37 5,32 ± 0,4 45,2	334 ± 16 4,57 ± 0,2 44,6
24 (16-43) ?	14,9 ± 1,1 ?	14,4 ± 1,8 ?	13,8 ± 0,8 ?	16,2 ± 1,0 ?
127 (83-181) 38 (29-47) 13 (4-23)% 5 (2-10)% 9 (5-13)%	139 ± 11 38,3 47,5 ± 4,4 g 21,5 ± 2,1 g 44,4 ± 4,9 g	142 ± 6,4 39,1 51,4 ± 2,4 g 23,4 ± 2,2 g 40,4 ± 2,7 g	154 ± 4,9 38,4 59,5 ± 2,7 g 33,4 ± 2,7 g 44,3 ± 2,7 g	128 ± 9,8 38 50,4 ± 4,5 g 19,9 ± 2,5 g 36,4 ± 3,9 g

Continúa

Tabla 1. (Continuación)

MÉTODO DE REGISTRO DE LA DIETA	Garrido et al (2007) (36)		Caccialanza et al
	Equipo M	Equipo B	Equipo T0
	MÉTODO DE DOBLE PESADA		REGISTRO DIETÉTICO
Número de días de registro	5	5	4
Número de individuos	33	29	43
Género	Varones	Varones	Varones
Edad	16,9 ± 1,5 años	16,1 ± 1,4 años	16 ± 1 años
Gasto energético diario	?	?	Calculado (datos)
Ingesta energética	2.740 ± 531 kcal	3.148 ± 619 kcal	2.560 ± 636 kcal
Proteínas			
g	111 ± 23	114 ± 22	101 ± 23
g/kg PC	1,5 ± 0,3	1,6 ± 0,3	1,5 ± 0,4
% energía	14,7	16,3	16,6 ± 2,1
Hidratos de carbono			
g	316 ± 70	392 ± 85	339 ± 89
g/kg PC	4,4 ± 1,1	5,6 ± 1,4	4,9 ± 1,5
% energía	49,5	46,1	52,9 ± 4,0
Fibra			
g	?	?	15,1 ± 5,5
g/1.000 kcal	?	?	?
Lípidos			
g	?	?	15,1 ± 5,5
% energía	35,7	37,5	30,5 ± 5,5
AGM	38,2 ± 10,1 g	44,5 ± 9,4 g	?
AGP	17,7 ± 5,8 g	20,4 ± 5,2 g	?
AGS	44,7 ± 12,9 g	49,3 ± 14,3 g	?

PC = Peso corporal; AGS = Ácidos Grasos Saturados; AGM = Ácidos Grasos Monoinsaturados; AGP = Ácidos Grasos Poliinsaturados.

El símbolo "?" indica que esa información no ha sido aportada por el autor.

Si no se especifica nada más, los valores se expresan como Media ± Desviación típica. ^aValores expresados como Media (Rango). ^bValores expresados como Media. ^cValores expresados como Media (Error estándar de la media).

^dValores expresados como Rango.

(2007) (37)	García-Juan et al (2008) (38)	Iglesias-Gutiérrez et al (2008) (39)
Equipo T1		
(medidas caseras)	CUESTIONARIO DE FRECUENCIA DE CONSUMO	MÉTODO DE DOBLE PESADA Y CUESTIONARIO DE FRECUENCIA DE CONSUMO
4	-	6
43	30	22
Varones	Mujeres	Varones
16 ± 1 años	16-31	14-16 años
no mostrados)	?	?
2.640 ± 614 kcal	1.603 (842-2.522)	12,2 (10,0-16,4) MJ
104 ± 28	?	112 (90-156)
1,5 ± 0,4	?	1,9 (1,3-2,2)
17,0 ± 2,4	16,9 (12,0-21,8)	16 (11-17)
352 ± 86	?	367 (293-469)
5,0 ± 1,3	?	6,0 (4,5-6,9)
53,4 ± 5,5	52,3 (36,8-63,8)	46 (41-55)
17,0 ± 7,3	15,4 (4,2-33,2)	21 (16-27)
?	?	?
17,0 ± 7,3	?	123 (100-171)
29,6 ± 4,3	30,8 (21,2-33,2)	38 (32-43)
?	?	?
?	?	?
?	?	?

Influencia de las preferencias y aversiones alimentarias en la selección de alimentos y la ingesta de nutrientes de futbolistas de alto nivel

Las preferencias y aversiones alimentarias se consideran entre los principales determinantes de la selección de alimentos y la ingesta de nutrientes, y así ha sido corroborado en numerosos estudios con distintos grupos de población (43-45). Sin embargo, sólo los estudios llevados a cabo por nuestro grupo de investigación han analizado la influencia de las preferencias alimentarias en la selección de alimentos y la ingesta de nutrientes en deportistas de alto nivel, incluidos futbolistas (39, 46).

En el estudio que llevamos a cabo con futbolistas participaron voluntariamente un total de 22 jugadores varones de edades comprendidas entre los 16 y los 18 años, pertenecientes a las categorías inferiores de un equipo de Primera División de la liga española de fútbol. Cinco de ellos eran, además, integrantes de la Selección Española sub-17 y, durante el periodo de estudio, tres disputaron partidos esporádicamente y/o pasaron a ser miembros del primer equipo.

Cada jugador registró su propia alimentación en casa durante seis días (una semana completa, exceptuando el día en el que disputaban partido de competición), utilizando para ello el método de doble pesada. A partir de esta información se estimó la ingesta de energía y nutrientes. Con la colaboración de otros miembros de su entorno familiar también cumplimentaron un cuestionario de frecuencias de consumo alimentario cuantitativo, adaptado del cuestionario de Ortega Anta & Povea Pérez (2000) (47), en el que registraron la frecuencia diaria, semanal o mensual de consumo, así como la cantidad ingerida habitualmente de 165 alimentos y 15 bebidas, que fueron clasificados en 15 grupos (leche, derivados lácteos, carne y derivados cárnicos, huevos, pescado, marisco, cereales, pan, pasta, verduras, patatas, frutas y zumos de frutas, legumbres, frutos secos y dulces y bollería). Los resultados finales del análisis de la información recogida mediante este cuestionario se expresó como el número de raciones estándar (48) consumidas diariamente de cada grupo de alimentos, calculado de la siguiente manera:

$$(\text{Frecuencia diaria de consumo}) \cdot (\text{Cantidad consumida registrada})$$
$$(\text{Tamaño de la porción estándar})$$

Las raciones estándar utilizadas corresponden a los “pesos de raciones de cada grupo de alimentos y medidas caseras” recogidas en la “Guía de la alimentación saludable” elaborada y publicada por la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria en 2004 (48).

La valoración de las preferencias y aversiones alimentarias se llevó a cabo utilizando un cuestionario adaptado del empleado en el estudio enKid para la valoración de las preferencias y aversiones alimentarias de niños y adolescentes españoles (49), que incluía 15 grupos de alimentos que los sujetos debían ordenar del 1 al 15 en función de su preferencia. A partir de esta información se



establecieron tres grupos de preferencia para cada grupo de alimentos: "Preferencia", si el grupo de alimentos se puntuaba entre 1 y 5, "Indiferente", entre 6 y 10 y "Aversión", entre 11 y 15.

Las principales preferencias observadas fueron los grupos de la carne y derivados cárnicos (el 25% de los individuos le asignó la posición 1, el 33% la posición 2 y el 83% una posición entre 1 y 5) y pasta (25% posición 1, 25% posición 3 y 58% entre 1 y 5). Por su parte, las principales aversiones alimentarias fueron las verduras (46% posición 15, 27% posición 14 y 82% entre 11 y 15) y el pescado (18% posición 15, 18% posición 13 y 64% entre 11 y 13).

En la tabla 2 se muestra el número de raciones estándar consumido diariamente de cada grupo de alimentos clasificados en función de su grado de preferencia. No hemos observado diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia de consumo de los distintos grupos de alimentos entre los grupos de preferencia establecidos, y sólo aquellos individuos que mostraban una especial preferencia por el pan cubrieron las recomendaciones de ingesta de cereales, pan, pasta y patatas, considerados como un único grupo (4,9 vs 4-6 raciones/día). Tampoco se observaron diferencias en el consumo de nutrientes entre los distintos grupos de preferencias alimentarias, excepto en el caso de aquellos individuos que mostraban una especial preferencia por el pan, cuya ingesta de energía e HC fue significativamente mayor que la de los individuos que lo clasificaban como "Indiferente" (ningún individuo ordenó el pan en las posiciones correspondientes al grupo "Aversión").

En general, la ingesta de nutrientes y el consumo de alimentos de los sujetos evaluados no cumplieron las recomendaciones. Así, los deportistas analizados mostraron un consumo bajo de cereales, pan, pasta y patatas, considerados como un único grupo (3,4 vs 4-6 raciones/día), y verduras (1,6 vs > 2 raciones/día), mientras que fue excesivo el de carne y derivados cárnicos (10,7 vs 3-4 raciones/semana), leche y derivados lácteos, considerados conjuntamente (4,9 vs 2-4 raciones/día), y dulces y bollería (3 raciones/día vs consumo ocasional). La ingesta de HC de todos los jugadores evaluados en este estudio fue menor que la recomendada (46% de la ingesta energética vs > 55%), lo cual parece estar relacionado con el bajo consumo de la mayor parte de las principales fuentes alimentarias de este nutriente, especialmente cereales y derivados. El consumo excesivo de carne y derivados cárnicos y de dulces y bollería muestra una estrecha relación con el elevado consumo de lípidos (38 vs 20-30%) y colesterol (343 vs < 300 mg) que hemos observado; esta ingesta de lípidos es la mayor de las descritas para futbolistas jóvenes. El consumo extremadamente elevado del grupo de carne y derivados cárnicos muestra también un claro paralelismo con la elevada ingesta de proteínas (1,9 vs 1,4-1,7 g/kg de peso y 16 vs 12-15%), circunstancia esta última observada habitualmente en las publicaciones sobre la ingesta de nutrientes en futbolistas.

A la vista de estos resultados parece necesario el diseño e implementación de un programa de intervención nutricional que permita optimizar la selección de alimentos y la ingesta de nutrientes en este colectivo.

Tabla 2. Número de raciones estándar consumidas diariamente de cada grupo de alimentos, según el grupo de preferencia en que fueron asignados

	PREFERENCIA	INDIFERENTE	AVERSIÓN
Fruta y zumos de frutas	8,8 (4,8-8,8)	3,3 (2,4-5,1)	3,5 (2,6-4,4)
Dulces y bollería	3,7 (1,2-5,3)	2,9 (2,5-3,2)	1,7 (0,9-3,4)
Pan	3,1 (0,3-7,7)	2,8 (0,8-5,0)	3,0 (2,0-4,0)
Derivados lácteos	2,9 (0,7-3,2)	2,8 (1,1-6,4)	2,6 (1,4-4,2)
Leche	2,7 (2,0-3,0)	2,1 (1,0-3,0)	2,5 (2,0-3,0)
Carne y derivados	1,5 (0,8-2,1)	1,6 (1,2-1,9)	0,0 -
Patatas	0,9 (0,4-1,7)	0,5 (0,3-0,7)	0,1 (0-0,3)
Cereales	0,7 (0,3-1,1)	0,5 (0,1-1,1)	0,4 (0,1-0,8)
Pescado	0,6 (0,3-1,0)	0,8 (0,6-1,0)	0,5 (0,2-1,0)
Pasta	0,5 (0,2-1)	0,5 (0,2-1,1)	0,0 -
Frutos secos	0,4 (0,1-0,7)	0,3 (0,1-0,6)	0,1 (0-0,3)
Huevos	0,4 (0,3-0,6)	0,5 (0,3-1,0)	0,6 (0,4-0,7)
Legumbres	0,3 (0,3-0,4)	0,4 (0,4-0,5)	0,3 (0,1-0,4)
Marisco	0,1 (0-0,3)	0,0 -	0,1 (0-0,3)
Verduras	0,0 -	1,6 (0,6-2,6)	1,9 (0,8-3,0)

Los datos se expresan como Mediana (Rango).

Los sujetos debían ordenar los cinco grupos de alimentos en función de sus preferencias. A partir de esta información se establecieron tres grupos de preferencia para cada alimento: "Preferencia" si se puntuaba entre 1 y 5, "Indiferente" si se puntuaba entre 6 y 10 y "Aversión" si se puntuaba entre 11 y 15.

Es interesante señalar que en el presente estudio los individuos fueron valorados en su entorno familiar habitual, cuya influencia en los hábitos alimenticios es decisiva (50). Prácticamente la totalidad de los sujetos llevaba a cabo las tres comidas principales (que aportaron el 83,5% del total de la energía consumida al día) en casa (desayuno: 97% de los individuos; comida: 97%; cena: 100%) y acompañados de los miembros de su entorno familiar (desayuno: 25%; comida: 75%; cena: 83%). En esta situación la posibilidad de seleccionar alimentos de acuerdo con sus preferencias es limitada, dado que las comidas generalmente son diseñadas y elaboradas bajo la supervisión de los adultos responsables, los cuales deciden el menú diario teniendo en cuenta numerosos motivos aparte de las preferencias del adolescente, como son los propios conocimientos sobre nutrición y salud, el precio de los alimentos, la comodidad en la preparación, etc., y teniendo en

cuenta, además, las preferencias de otros miembros del entorno familiar, que no tienen por qué coincidir exactamente con las del individuo evaluado. No obstante, aun en estas circunstancias, los jugadores tienen margen para decidir la cantidad de alimento a consumir, lo cual suele estar condicionado por sus preferencias alimentarias. Este hecho refuerza la importancia de valorar de forma conjunta la frecuencia de consumo de alimentos y la cantidad ingerida habitualmente, ya que contribuye a disminuir notablemente el sesgo de la metodología empleada para valorar la influencia de las preferencias y aversiones alimentarias en el consumo de alimentos en un ambiente en el que la selección de alimentos presenta ciertas limitaciones.

A modo de conclusión podríamos decir que, en general, no hemos observado una relación entre las preferencias y aversiones alimentarias y la ingesta de nutrientes y la selección de alimentos en los futbolistas evaluados. Por ello, entre la pléthora de factores que influyen en la selección de alimentos y en la ingesta nutricional de los futbolistas jóvenes, y que deberían tenerse en cuenta en el necesario diseño e implementación de un programa de intervención nutricional orientado hacia este colectivo, las preferencias y aversiones alimentarias no son un factor determinante, mientras que la influencia del entorno familiar parece ser mayor, por lo que debería prestarse una atención prioritaria a este último elemento.

Análisis de la ingesta de energía y macronutrientes en función de la posición que el jugador ocupa en el campo

Se han descrito frecuentemente diferencias en los hábitos alimenticios y la ingesta de nutrientes entre deportistas que toman parte en disciplinas con demandas fisiológicas distintas (51, 52) y es de sobra conocido que el tipo, duración e intensidad del ejercicio afecta a la utilización y biodisponibilidad de sustratos energéticos y, en consecuencia, a las necesidades nutricionales (53, 54). En menor medida, en los deportes de equipo las demandas fisiológicas también varían según la posición que el jugador ocupa en el campo, como ocurre en el fútbol. Así, se ha descrito que aquellos futbolistas que juegan en posiciones con un perfil de actividades eminentemente aeróbico (laterales, centrocampistas y extremos) muestran notables diferencias en sus capacidades físicas y en sus características antropométricas con respecto a aquellos jugadores cuyo patrón de actividades incluye más esfuerzos anaeróbicos (porteros, centrales y delanteros) (55, 13, 14). Incluso Burke *et al* (2006) (21), en sus guías de ingesta de HC para futbolistas, establece diferencias en las recomendaciones para jugadores “móviles” y “menos móviles”, teniendo en cuenta sus diferentes necesidades nutricionales derivadas de sus demandas fisiológicas particulares en función de la posición que ocupan en el campo.

Sin embargo, sólo tenemos constancia de un estudio, llevado a cabo por nuestro grupo de investigación (56), en el que se haya analizado si las diferencias posicionales descritas en las demandas fisiológicas, las capacidades físicas y las características antropométricas de los futbolistas implican también diferencias en los hábitos alimenticios y la ingesta de nutrientes. Es cierto que Innocencio

da Silva Gomes *et al* (2006) (57) también analizaron este aspecto, aunque con algunas limitaciones metodológicas, en futbolistas de la selección paralímpica brasileña de fútbol.

En nuestro estudio tomaron parte de forma voluntaria un total de 87 jugadores varones de edades comprendidas entre los 16 y los 21 años, pertenecientes a las categorías inferiores de un equipo de Primera División de la liga española de fútbol. Cuatro de ellos eran, además, integrantes de las Selecciones Españolas sub-17 y sub-21.

Los futbolistas fueron agrupados en cinco categorías: porteros ($n=12$), laterales y extremos ($n=20$), defensas centrales ($n=15$), centrocampistas ($n=28$) y delanteros ($n=12$). Estas categorías tienen en cuenta no sólo una subdivisión horizontal de los jugadores de campo (defensas, centrocampistas y delanteros), que suele encontrarse habitualmente en la literatura, sino también una subdivisión vertical, es decir, jugadores de banda frente a jugadores que ocupan el centro del campo, que refleja más adecuadamente las diferencias en las características y capacidades físicas y en las demandas fisiológicas (4, 13), así como su posible influencia en la ingesta de nutrientes y energía. Cada jugador registró su propia alimentación en casa durante seis días (una semana completa, exceptuando el día en el que disputaban partido de competición), utilizando para ello el método de doble pesada. A partir de esta información se estimó la ingesta de energía y nutrientes, así como la contribución a la ingesta energética total de distintos grupos de alimentos: lácteos y derivados, carne, pescado, huevos, cereales y derivados, legumbres, fruta, verdura, patatas, frutos secos, dulces y bollería, precocinados, azúcares, aceites, margarina y mantequilla, bebidas y otros. Se analizaron, además, las características antropométricas (talla, peso y porcentaje de grasa corporal) y el rendimiento en test específicos para fútbol (salto, velocidad y resistencia intermitente).

Los resultados de la valoración antropométrica por posiciones coincidieron, en general, con lo observado en otros estudios previos (5, 6, 55, 14). Así, el peso y la adiposidad fueron significativamente mayores en los porteros que en los demás jugadores, mientras que la talla de los porteros y de los defensas centrales fue mayor que la de los futbolistas en otras demarcaciones, especialmente que los laterales y extremos. La valoración por posiciones del rendimiento en test específicos de fútbol también arrojó unos resultados muy similares a los obtenidos en estudios anteriores (58, 13, 14). Así, los porteros y los defensas centrales fueron los más destacados en los test de salto y los mejores resultados en el test de resistencia intermitente los obtuvieron los centrocampistas y los laterales y extremos.

La ingesta de los jugadores evaluados no se ajustaban a las recomendaciones nutricionales para futbolistas, ni considerados en conjunto ni divididos en función de la posición que ocupan en el campo, por lo que el diseño de un programa de intervención nutricional que tuviera en cuenta las diferentes necesidades y recomendaciones de ingesta en función de la posición que el jugador ocupa en el campo sería de gran interés para este colectivo.

Lo más destacado de la valoración del consumo de alimentos y la ingesta de nutrientes fue la tendencia espontánea hacia una mayor ingesta de HC (expresada tanto en g/kg de peso como en



% de la ingesta total de energía) en aquellos futbolistas que ocupan posiciones cuyas demandas fisiológicas tienen un mayor componente aeróbico y que por lo tanto presentan mayores necesidades de ingesta de HC, como son los centrocampistas y los laterales y extremos (porteros: 4,0 g/kg y 49%; laterales y extremos: 4,9 y 49; centrales: 4,3 y 45; centrocampistas: 4,9 y 49; delanteros: 4,6 y 49). De hecho, se recomienda una ingesta más alta de HC para aquellos deportistas que participan en disciplinas con un mayor componente de resistencia frente a las que tienen un mayor componente de fuerza (59, 60) y, en el caso del fútbol, como ya hemos comentado, Burke et al (2006) (21) recomienda una mayor ingesta de HC para jugadores "móviles" (7-12 g/kg de peso) frente a los "menos móviles" (5-7 g/kg). Las diferencias observadas en la ingesta de HC, aunque estadísticamente significativas, corresponden realmente a menos de 50 g de HC totales y menos de 1 g/kg de peso, lo que equivaldría, aproximadamente, a la inclusión o no en su dieta de, por ejemplo, dos plátanos o menos de un litro de una bebida para deportistas. De hecho, no observamos diferencias posicionales en el porcentaje de energía aportado por los grupos de alimentos que constituyen las principales fuentes alimentarias de HC (cereales y derivados, legumbres, frutas, verduras y patatas), ni individualmente ni considerados en conjunto. Es decir, las diferencias en la ingesta de nutrientes no responden a diferencias en el patrón alimentario.

Como conclusión podríamos decir que, aunque se observan diferencias posicionales en la ingesta de HC que concuerdan con las diferentes necesidades nutricionales para este nutriente, no se asocian con diferencias en la selección de alimentos ni en el patrón alimentario. Por tanto, la necesaria aplicación de un programa de intervención nutricional deberá tener inicialmente una orientación general hacia la optimización de la selección de alimentos y de la ingesta de nutrientes de estos futbolistas, para profundizar, a posteriori, en las necesidades específicas en función de la posición que el jugador ocupa en el campo.

Evaluación de la ingesta de nutrientes y energía durante el periodo de concentración previo y posterior a un partido de competición disputado fuera de casa

Existen gran cantidad de estudios científicos que demuestran que las dietas con alto contenido en HC previas al ejercicio permiten aumentar la concentración de glucógeno muscular, retrasando la aparición de la fatiga y mejorando el rendimiento. Por lo que respecta a la comida posterior al partido, su objetivo fundamental es aportar una cantidad suficiente de HC que permita una resíntesis rápida de glucógeno. En esta situación hay que tener en cuenta, no sólo la cantidad y el tipo de HC consumidos, sino también el momento en el que se consumen y la presencia de otros nutrientes, lo cual está relacionado, a su vez, con la duración e intensidad del ejercicio y con el tiempo disponible entre el partido de competición y el siguiente entrenamiento (60).

No tenemos constancia de que se haya analizado la ingesta de nutrientes y energía de ningún grupo de futbolistas durante el periodo de concentración previo y posterior a un partido de compe-

tición, a pesar de la importancia de las comidas inmediatamente anteriores y posteriores al partido, tanto para el rendimiento como para la recuperación (21, 22).

Nuestro grupo de investigación ha analizado la ingesta de energía y nutrientes de un grupo de futbolistas jóvenes de alto nivel durante el periodo de concentración previo y posterior a un partido de competición disputado fuera de casa. El hecho de que en estas circunstancias los menús suelen estar prefijados, especialmente en los partidos disputados fuera de casa, podría permitir orientar, corregir y mejorar la selección de alimentos y la ingesta de nutrientes de aquellos jugadores que habitualmente no siguen una dieta correcta. Por ello valoramos, además, su ingesta habitual durante la semana previa al partido. Los resultados de este trabajo aún no han sido publicados en ninguna publicación periódica, aunque forman parte de una tesis doctoral.

En este estudio tomaron parte de forma voluntaria ocho futbolistas varones de edades comprendidas entre los 20 y los 21 años, pertenecientes a las categorías inferiores de un equipo de Primera División de la liga española de fútbol. Todos los jugadores evaluados fueron alineados en el equipo titular para ese partido. La necesidad de un observador externo para registrar esta información redujo la posibilidad de participación de un mayor número de deportistas.

Los menús de todas las comidas estaban prefijados, ofreciendo pocas alternativas para la selección de alimentos, por lo que las principales diferencias interindividuales que hemos observado se refieren más a la cantidad ingerida que al tipo de alimentos escogidos. Sólo en el desayuno la variedad en la oferta fue mayor, observándose en ese caso unas diferencias interindividuales más marcadas en el tipo de alimentos seleccionados.

En cualquier caso, y a pesar de los menús prefijados, las diferencias interindividuales en la ingesta de energía y macronutrientes fueron muy marcadas en todas las comidas. Así, por ejemplo, la ingesta energética varió entre 507 y 1.175 kcal en el desayuno, entre 903 y 1.536 kcal en la comida y entre 942 y 1.477 kcal en la cena. En lo referente a la ingesta de macronutrientes, se observa, por ejemplo, que el consumo de HC varió entre 1,3 y 2,3 g/kg para el desayuno, entre 1,1 y 2,2 g/kg para la comida y entre 1,2 y 2,1 g/kg para la cena. Es muy llamativo que el 47% de la energía ingerida en la cena la aportaron los lípidos (hasta el 57% en un caso) y el 19% las proteínas, frente a sólo el 33% de los HC, con una ingesta media de 1,4 g/kg de HC. Un aspecto que hay que tener en cuenta, es que estos deportistas iban a disponer de, al menos, 20 horas hasta el siguiente entrenamiento por lo que si la alimentación en casa aportase cantidades suficientes de HC, tendrían tiempo suficiente para recuperar reservas de glucógeno que se han utilizado durante el partido, antes del siguiente entrenamiento intenso. En estas circunstancias la mejor estrategia para maximizar la síntesis de glucógeno parece ser conseguir una ingesta de HC adecuada durante las 24 horas posteriores al partido, por lo que puede ser de utilidad, aunque no limitante, consumir alguna bebida con HC o algún alimento con alto contenido en este nutriente, después del partido (61).



Si comparamos la alimentación el día del partido con la valoración en casa observamos que la ingesta de energía fue mayor el día del partido. Esto puede ser una consecuencia del tipo de alimentos ofrecidos en el menú y del diseño del mismo. Por lo que respecta a la ingesta de macronutrientes, las diferencias obtenidas son una consecuencia de la mayor ingesta energética, ya que la ingesta expresada como % energía fue muy similar en ambas situaciones, tanto para el consumo diario global como dividido por comidas. Esto pone de manifiesto dos aspectos importantes. El primero de ellos es que el comportamiento alimentario de los futbolistas no varió durante el partido con respecto a la alimentación en casa y el segundo, que los menús diseñados para los desplazamientos probablemente no difieren mucho de los que suelen consumir estos deportistas en casa.

Es importante señalar, asimismo, que, a pesar de que los menús estaban prefijados y ofrecían pocas alternativas para la selección de alimentos, hemos observado diferencias interindividuales en la ingesta de energía y macronutrientes muy importantes en muchas de las comidas. Por tanto, para optimizar la ingesta nutricional de los deportistas en estas situaciones, no sólo es necesario un buen diseño de los menús, sino también conseguir que los conocimientos y la actitud hacia la nutrición deportiva de los jugadores, el cuerpo técnico y los delegados sean lo más adecuados posible. Además, para elaborar un menú que potencialmente pueda aportar los nutrientes necesarios y en la cantidad y proporción óptimas si se hace una adecuada selección de alimentos, es necesario que el establecimiento hostelero reciba instrucciones detalladas acerca de cómo prepararlo, con las proporciones aproximadas de los alimentos que lo van a constituir.

El diseño de un programa de intervención nutricional podría influir también en la capacidad de los jugadores para seleccionar alimentos en los desplazamientos, así como en el diseño de los menús, con el objetivo de que se ajusten mejor a las necesidades de los futbolistas en esas circunstancias.

Reflexiones finales

La información que se recoge en este capítulo aporta una visión global sobre los hábitos alimenticios y el estado nutricional de jugadores de fútbol de alto nivel, valorando la influencia de las preferencias y aversiones alimentarias, la ingesta de nutrientes y la selección de alimentos en función de la posición que el jugador ocupa en el campo y el análisis de la dieta durante un partido de competición, aspectos que deben tenerse en cuenta previamente al diseño e implementación de un programa de intervención nutricional orientado hacia este colectivo, que ha sido sugerido por numerosos autores con el objetivo de optimizar la selección de alimentos y la ingesta de nutrientes de este colectivo.

No obstante, a pesar de la probada relación entre nutrición y rendimiento deportivo, la alimentación del deportista no debe orientarse sólo hacia la optimización del rendimiento, sino que debe

tener también en cuenta las interacciones entre ejercicio, alimentación/nutrición y salud, por lo que debe cumplir los principios de variedad y equilibrio de cualquier dieta saludable.

Bibliografía

1. Dvorak J, Junge A, Graf-Baumann T and Peterson L. Football is the most popular sport worldwide. *Am J Sports Med*, 2004; 32:3S-4S.
2. Rosenbloom CA, Loucks AB and Ekblom B. Special populations: the female player and the youth player. *J Sports Sci*, 2006; 24:783-93.
3. Reilly T and Thomas V. A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football match-play. *J Hum Mov Stud*, 2006; 2:87-97.
4. Bangsbo J. The physiology of soccer - with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiol Scand*, 1994; 150:1-156.
5. Wisløff U, Helgerud J and Hoff J. Strength and endurance of elite soccer players. *Med Sci Sports Exerc*, 1998; 30:462-7.
6. Matkovic BR, Misigoj-Durakovic M, Matkovic B, Jankovic S, Ruzic L, Leko G and Kondric M. Morphological differences of elite Croatian soccer players according to the team position. *Coll Antropol*, 2003; 27:167-74.
7. Leatt PB and Jacobs I. Effect of glucose polymer ingestion on glycogen during a soccer match. *Can J Sport Sci*, 1989; 14:112-6.
8. Bangsbo J, Nørregaard L and Thorsøe F. The effect of carbohydrate diet on intermittent exercise performance. *Int J Sports Med*, 1992; 13:152-7.
9. Mújika Í, Padilla S, Ibáñez J, Izquierdo M and Gorostiaga E. Creatine supplementation and sprint performance in soccer players. *Med Sci Sports Exerc*, 2000; 32:518-35.
10. Bangsbo J, Nørregaard L and Thorsø F. Activity profile of competition soccer. *Can J Sport Sci*, 1991; 16:110-6.
11. Mohr M, Krstrup P and Bangsbo J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J Sports Sci*, 2003; 21:519-28.
12. Al-Hazzaa HM, Almuzaini KS, Al-Refaei A, Sulaiman MA, Daferdar MY, Al-Ghamedi A and Al-Khuraiji KN. Aerobic and anaerobic power characteristics of Saudi elite soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*, 2007; 41:54-61.
13. Di Salvo V, Baron R, Tschan H, Calderón Montero FJ, Bachl N and Pigozzi F. Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *Int J Sports Med*, 2007; 28:222-7.
14. Gil SM, Gil J, Ruiz F, Irazusta A and Irazusta J. Physiological and anthropometric characteristics of young soccer players according to their playing position: relevance for the selection process. *J Strength Cond Res*, 2007; 21:438-45.
15. Bar-Or O and Unnithan VB. Nutritional requirements of young soccer players. *J Sports Sci*, 1994; 12:S39-S42.
16. Brewer J. Nutritional aspects of women's soccer. *J Sports Sci*, 1994; 12:S35-S38.

17. Clark K. Nutritional guidance to soccer players for training and competition. *J Sports Sci*, 1994; 12:S43-S50.
18. Hargreaves M. Carbohydrate and lipid requirements of soccer. *J Sports Sci*, 1994; 12:S13-S16.
19. Lemon PWR. Protein requirements of soccer. *J Sports Sci*, 1994; 12:S17-S22.
20. Maughan R, Burke L and Kirkendall D. F-MARC. Nutrición para el fútbol. Una guía práctica para comer y beber a fin de mejorar el rendimiento y la salud. Ed, División de desarrollo de la FIFA. Fédération Internationale de Football Association. Altstatten. 2005.
21. Burke LM, Loucks AB and Broad N. Energy and carbohydrate for training and recovery. *J Sports Sci*, 2006; 24:675-85.
22. Williams C and Serratos L. Nutrition on match day. *J Sports Sci*, 2006; 24:687-97.
23. Iglesias-Gutiérrez E, García-Rovés PM, Rodríguez C, Braga S, García-Zapico P and Patterson AM. Food habits and nutritional status assessment of adolescent soccer players. A necessary and accurate approach. *Can J Appl Physiol*, 2005; 30:18-32.
24. Jacobs I, Westlin N, Karlsson J, Rasmusson M and Houghton B. Muscle glycogen and diet in elite soccer players. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 1982; 48:297-302.
25. Rokitzki S, Hinkel S, Klemp C, Cufi D and Keul J. Dietary serum and urine ascorbic acid status in male athletes. *Int J Sports Med*, 1994; 15:435-40.
26. Giada F, Zuliani G, Baldo-Enzi G, Palmieri E, Volpato S, Vitale E, Magnanini P, Colozzi A, Vecchiet L and Fellin R. Lipoprotein profile, diet and body composition in athletes practicing mixed an anaerobic activities. *J Sports Med Phys Fitness*, 1996; 36:211-6.
27. Bangsbo J. Entrenamiento de la condición física en el fútbol. Ed, Bangsbo J. Paidotribo. Barcelona. 1997.
28. Maughan RJ. Energy and macronutrient intakes of professional football (soccer) players. *Br J Sports Med*, 1997; 31:45-7.
29. Rico-Sanz J. Body composition and nutritional assessment in soccer. *Int J Sport Nutr*, 1998; 8:113-23.
30. Boisseau N, Le Creff C, Loyens M and Poortmans JR. Protein intake and nitrogen balance in male non-active adolescent and soccer players. *Eur J Appl Physiol*, 2002; 88:288-93.
31. Leblanc JC, Le Gall F, Grandjean V and Verger P. Nutritional intake of French soccer players at the Clairefontaine Training Centre. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 2002; 12:268-80.
32. Mullin MC, Jonnalagadda SS, Rosenbloom CA, Thompson WR and Kicklighter JR. Dietary intake of female U.S. soccer players. *Nutr Research*, 2003; 23:585-93.
33. Clark M, Reed DB, Crouse SF and Armstrong RB. Pre- and post-season dietary intake, body composition, and performance indices of NCAA division I female soccer players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 2003; 13:303-19.
34. Abood DA, Black DR and Birnbaum RD. Nutrition education intervention for college female athletes. *J Nutr Educ Behav*, 2004; 36:135-7.
35. Ruiz F, Irazusta A, Gil S, Irazusta J, Casis L and Gil J. Nutritional intake in soccer players of different ages. *J Sports Sci*, 2005; 23:235-42.

36. Garrido G, Webster AL and Chamorro M. Nutritional adequacy of different menu settings in elite Spanish adolescent soccer players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 2007; 17:421-32.
37. Caccialanza R, Cameletti B and Cavallaro G. Nutritional intake of young Italian high-level soccer players: under-reporting is the essential outcome. *J Sports Sci Med*, 2007; 6:538-42.
38. García-Juan B, Iglesias-Gutiérrez E, Luis-Celada Ó and Úbeda N. Hábitos alimenticios e ingesta nutricional de mujeres futbolistas de élite. *Nutr Hosp*, 2008; 1:153.
39. Iglesias-Gutiérrez E, García-Rovés PM, García A and Patterson AM. Food preferences do not influence adolescent high-level athletes' dietary intake. *Appetite*, 2008; 50:536-43.
40. Magkos F and Yannakoulia M. Methodology of dietary assessment in athletes: concepts and pitfalls. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 2003; 6:539-49.
41. Deakin V. Measuring nutritional status of athletes: clinical and research perspectives. En: *Clinical sports nutrition*. Ed, Burke L and Deakin V. McGraw-Hill Book Company Australia. Roseville. 2006.
42. Hu FB and Willett WC. Optimal diets for prevention of coronary heart disease. *JAMA*, 2002; 288: 2569-78.
43. Birch LL and Fisher JO. Development of eating behaviors among children and adolescents. *Pediatrics*, 1998; 101:539-49.
44. Drewnowski A and Hann C. Food preferences and reported frequencies of food consumption as predictors of current diet in young women. *Am J Clin Nutr*, 1999; 70:28-36.
45. Drewnowski A, Henderson SA, Hann CS, Barratt-Fornell A and Ruffin M. Age and food preferences influence dietary intakes of breast care patients. *Health Psychol*, 1999; 18:570-8.
46. Úbeda N, Palacios N, Montalvo Z, García-Juan B, García A and Iglesias-Gutiérrez E. Hábitos alimenticios y composición corporal de deportistas españoles de élite pertenecientes a disciplinas de combate. *Nutr Hosp* (en prensa). 2009.
47. Ortega Anta RM and Povea Pérez FI. Estudio dietético. En: *Nutriguía. Manual de nutrición clínica en Atención Primaria*. Ed, Requejo Marces AM and Ortega Anta RM. Editorial Complutense. Madrid. 2000.
48. Dapcich V, Salvador Castell G, Ribas Barba L, Pérez Rodrigo C, Aranceta Bartrina J and Serra Majem L. Guía de la alimentación saludable. Ed, Sociedad Española de Nutrición Comunitaria. Madrid. 2004.
49. Pérez-Rodrigo C, Ribas L, Serra-Majem L and Aranceta J. Food preferences of Spanish children and young people: the enKid study. *Eur J Clin Nutr*, 2003; 57(Suppl. 1):S45-8.
50. Gedrich K. Determinants of nutritional behaviour: a multitude of levers for successful intervention? *Appetite*, 2003; 41:231-8.
51. Van Erp-Baart AMJ, Saris WHM, Binkhorst RA, Vos JA and Elvers JWH. Nationwide survey nutritional habits in elite athletes. *Int J Sports Med*, 1989; 10:53-510.
52. Economos CD, Bortz SS and Nelson ME. Nutritional practices of elite athletes. Practical recommendations. *Sports Med*, 1993; 16:381-99.

53. Romijn JA, Coyle EF, Sidossis LS, Gastaldelli A, Horowitz JF, Ender E and Wolfe RR. Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration. *Am J Physiol*, 1993; 265:E380-91.
54. Jeukendrup AE. Modulation of carbohydrate and fat utilization by diet, exercise and environment. *Biochem Soc Trans*, 2003; 31:1270-3.
55. Arnason A, Sigurdsson SB, Gudmundsson A, Holme I, Engebretsen L and Bahr R. Physical fitness, injuries, and team performance in soccer. *Med Sci Sports Exerc*, 2004; 36:278-85.
56. Iglesias-Gutiérrez E, García-Rovés PM, García-Zapico P, García A, Pérez-Landaluce J and Patterson AM. Carbohydrate intake but not eating habits of young high-level soccer players is related to their playing position in the team (enviado para publicación). 2009.
57. Innocencio da Silva Gomes A, Goncalves Ribeiro B and de Abreu Soares E. Nutritional profile of the Brazilian Amputee Soccer Team during the precompetition period for the world championship. *Nutrition*, 2006; 22:89-95.
58. Di Salvo V and Pigozzi F. Physical training of football players based on their positional rules in the team. Effects on performance-related factors. *J Sports Med Phys Fitness*, 1998; 38:294-7.
59. Burke LM, Cox GR, Cummings NK and Desbrow B. Guidelines for daily carbohydrate intake: do athletes achieve them? *Sports Med*, 2001; 31:267-99.
60. Rodríguez NR, DiMarco NM and Langley S. Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance. *J Am Diet Assoc*, 2009; 109:509-27.
61. Burke LM, Collier GR, Davis PG, Fricker PA, Sanigorski AJ and Hargreaves M. Muscle glycogen storage after prolonged exercise: effect of the frequency of carbohydrate feedings. *Am J Clin Nutr*, 1996; 64:115-9.

Alimentos funcionales, ayudas ergogénicas y suplementos nutricionales: ¿son necesarios?

Natalia Úbeda Martín* y Eduardo Iglesias Gutiérrez**

*Profesora Adjunta. Departamento de Ciencias Farmacéuticas y de la Alimentación.
Universidad CEU San Pablo. Madrid.

**Profesor Adjunto. Departamento de Ciencias Farmacéuticas y de la Alimentación.
Universidad CEU San Pablo. Madrid.

Resumen

Es un hecho común por parte de deportistas y entrenadores hacer uso de determinados alimentos o complementos con el fin de aumentar el rendimiento deportivo. Sin embargo, realmente muy pocos de ellos están avalados por una evidencia científica certera y la mayor parte no poseen los efectos que proclaman o hacen falta más estudios para certificar su seguridad y eficacia. En el presente capítulo se describen los efectos fisiológicos de los compuestos más consumidos indicando si son realmente necesarios y en qué tipo de situaciones. Hay que señalar que, aunque lo más importante es ingerir una dieta equilibrada que aporte todos los nutrientes necesarios, algunos pueden contribuir al rendimiento. Sin embargo, nunca compensarán la ausencia de talento, motivación y entrenamiento.

“La alimentación tiene por fin, a veces, el crecimiento y sustento, a veces sólo el sustento, como los ancianos, otras veces, además de esto, también la fortaleza”.

Hipócrates de Cos (siglo IV a.C.)

Introducción

Una nutrición correcta es de vital importancia para la mejora del rendimiento deportivo, la recuperación tras el ejercicio y evitar posibles lesiones. Aunque lo más importante para una persona físicamente activa es ingerir una dieta equilibrada que le aporte todos los nutrientes necesarios, en ocasiones, el aporte de las cantidades adecuadas de nutrientes que cubra las necesidades nutricionales y que ejerzan un efecto fisiológico positivo en la práctica de un ejercicio/deporte a través de los mecanismos comentados, puede resultar complicado a través únicamente de la dieta (1), teniendo en cuenta, además, que el tipo de deporte practicado o el momento de la temporada influye en las demandas nutricionales.

En este sentido, cobra relevancia el uso de determinados alimentos funcionales y de los suplementos/complementos nutricionales y/o ergogénicos, que en los últimos años han ido llenando el mercado con productos y mensajes atractivos que supuestamente cubren el objetivo principal de los deportistas: llegar más alto en sus metas deportivas.

La Directiva de la Unión Europea de Declaraciones Nutricionales y Alegaciones Saludables propone la siguiente definición para alimento funcional: aquel alimento que, además de sus efectos nutritivos, afecta de forma beneficiosa a una o más funciones en el organismo, mejorando el estado nutricional, el bienestar o reduciendo el riesgo de enfermedad. Las citadas propiedades sobre la salud deben estar demostradas mediante una sólida y verdadera base científica.

Así, un alimento funcional siempre será un alimento, bien un alimento natural o un alimento transformado tecnológicamente para retirar o modificar algunos de sus componentes o para añadir un elemento nuevo (2). Es decir, no puede presentarse en forma de píldoras, cápsulas, comprimidos, polvos, etc., permitiendo integrarse en la dieta normal. Además, las cantidades de consumo necesarias para manifestar sus efectos beneficiosos tienen que ser las habituales en un patrón normal de alimentación.

El rendimiento y la forma física es una de las áreas temáticas a las cuales se ha enfocado la investigación de la alimentación funcional según el proyecto *Process of the Assessment of Scientific Support for Claims on Foods* (PASSCLAIM) (3).

Por otro lado, las ayudas ergogénicas se definen como cualquier tipo de sustancia (alimento, nutriente, medicamento) o ayuda externa que se ingiere, inyecta o aplica con la finalidad de mejorar el rendimiento deportivo.

Etimológicamente el término “ergogénico” procede de Ergo- (del griego *ργον*, obra, trabajo) y -génico (de la raíz griega *γεν*, generar, producir). Por tanto, literalmente significa “que genera trabajo”. Atendiendo, pues, a este significado, las ayudas ergogénicas teóricamente permiten al individuo realizar más trabajo físico del que sería posible sin ellas.

Más recientemente, se definieron como la aplicación de cualquier procedimiento de tipo nutricional, físico, mecánico, psicológico o farmacológico, no nocivo, encaminado a mejorar el rendimiento físico de un deportista (soportar el esfuerzo y favorecer la recuperación) y que no esté incluido en la lista de sustancias o métodos de dopaje (4).

Para cada sustancia o procedimiento ergogénico, se han de determinar, con antelación a su administración, los siguientes aspectos (5):

- Seguridad: deben conocerse los efectos secundarios sobre la salud del atleta a corto y a largo plazo. La seguridad es más importante que el beneficio derivado de su uso.
- Efectividad: deben considerarse los efectos ergogénicos y ergolíticos (es decir, negativos sobre el rendimiento) descritos en trabajos de investigación metodológicamente correctos y aceptados por la comunidad científica internacional.
- Legalidad: es imprescindible que las personas que supervisan y asesoran la utilización de sustancias ergogénicas conozcan la normativa vigente respecto del uso de estas sustancias.

Lamentablemente, no se ha evaluado la seguridad y la efectividad, especialmente a largo plazo, de gran parte de las sustancias ergogénicas que se comercializan. Se recomienda, por tanto, utilizar sólo aquellas de las que se disponen evidencias científicas sobre su potencial efecto fisiológico.

Efectos de los alimentos funcionales y las ayudas ergogénicas en el deporte

Son varios los mecanismos por los cuales las ayudas ergogénicas pueden conseguir una mejoría en el rendimiento deportivo (4):

- A través de la mejora de la producción y utilización de energía y el retraso de la aparición de la fatiga, lo que permite realizar esfuerzos más prolongados.
- A través de la mejora de la fuerza y potencia musculares.
- A través de la mejora de la recuperación tras el ejercicio.
- A través de la optimización del peso y la composición corporal.
- A través del mantenimiento de un correcto equilibrio hidroelectrolítico.
- A través del aumento de la resistencia a las lesiones.

Tabla 1. Efectos fisiológicos de alimentos funcionales o ayudas ergogénicas

EFECTO ERGOGÉNICO	
Mejora de la producción y utilización de energía.	Hidratos de carbono Creatina Glutamina Carnitina
Retraso de la aparición de la fatiga.	Hidratos de carbono Cafeína Bicarbonato sódico BCAA
Mejora de la fuerza y potencia musculares.	Creatina Cafeína Proteínas HMB BCAA
Mejora de la recuperación tras el ejercicio.	Creatina
Mantenimiento de un correcto equilibrio hidroelectrolítico.	Bebidas isotónicas Glicerol
Aumento de la resistencia a las lesiones.	Glutamina

Los compuestos en cursiva pueden tener el efecto descrito pero se necesitan más estudios para corroborarlo.

A continuación se describen algunas sustancias que poseen una o varias de las mencionadas funciones. Para facilitar la comprensión del lector se clasificarán de acuerdo al grado de evidencia científica que las avalan tal y como se encuentran recogidas en el Documento de Consenso del *American College of Sports Medicine* (ACSM, Colegio Americano de Medicina del Deporte) (6).

Compuestos que poseen suficiente evidencia científica para ser consideradas complementos dietarios/ayudas ergogénicas para el deportista

Hidratos de carbono

Los hidratos de carbono (HC) son la fuente energética principal y rápida para el organismo, por lo que, de forma general, deben ingerirse en elevada proporción en la dieta (60-70% del total de calorías).

Son imprescindibles en aquellos deportes cuya ejecución se produce a elevada intensidad y fundamentales en disciplinas o especialidades de larga o muy larga duración, tanto de cara al entrenamiento como en la competición.

Se ha comprobado que el consumo de HC antes de un esfuerzo prolongado aumenta las reservas del glucógeno muscular y hepático y, por consiguiente, incrementa las reservas energéticas. También se ha observado que la ingesta de HC durante un ejercicio de larga duración ayuda a mantener los niveles de glucosa sanguínea mientras dura el esfuerzo físico (4). Algunos autores sugieren que la ingesta de HC conjuntamente con ácido cítrico ayuda a mantener de forma elevada los depósitos de glucógeno debido a la inhibición de la glucólisis (1).

En general, se pueden utilizar tanto los HC sencillos como los complejos para aumentar los niveles de glucógeno muscular a lo largo de un periodo de 3-6 días; los deportistas deben consumir diariamente un mínimo de aproximadamente 7-8 g de HC/kg de peso corporal, o sea, unos 500-600 g diarios para un deportista de 70 kg (6). Además de los alimentos tradicionales que aportan hidratos de carbono, el deportista dispone de una amplia gama de productos en el mercado como barritas, geles y bebidas.

Bebidas especialmente diseñadas para los deportistas

Las soluciones líquidas comerciales que se utilizan antes, durante y después de la realización de ejercicio físico, reciben la denominación genérica de bebidas deportivas. Presentan una composición específica con el fin de conseguir una rápida absorción del agua y los electrolitos y muchas suelen incluir HC.

Los principales objetivos que persigue la utilización de este tipo de bebidas por parte de los deportistas son:

- Reposición hídrica para evitar la deshidratación.
- Aporte de HC con el fin de mantener una concentración adecuada de glucosa en sangre, importante en los ejercicios de larga duración, porque retrasa la aparición de la sensación de fatiga.

- Reposición de electrolitos, sobre todo el sodio. Además con este elemento se mejora el sabor de la bebida y la absorción de la glucosa a nivel intestinal.

Recientemente, la Federación Española de Medicina del Deporte (7) ha publicado un documento de consenso sobre pautas de hidratación y la composición de las bebidas destinadas a los deportistas. En este documento se recomiendan los siguientes márgenes en la composición de las bebidas para tomar durante la práctica deportiva:

- Entre 80-350 kcal/l.
- Al menos el 75% de las calorías provendrán de HC con un alto índice glucémico (glucosa, sacarina, maltodextrinas).
- La concentración de HC será \leq 9% (90 g/l).
- Entre 460-1.150 mg de sodio/l (20-50 mmol/l).
- Osmolaridad entre 200-330 mOsm/kg de agua.

El glicerol es un osmolito que, en ocasiones, es utilizado para optimizar el estado de hidratación de los deportistas. Se ha comprobado que la administración oral de 1-1,2 g/kg de peso corporal aumenta el fluido corporal en 300-700 ml, pero son escasos los estudios que indican una mejoría en el rendimiento deportivo, únicamente en caso de deshidratación, y además induce molestias gastrointestinales, dolor de cabeza y visión borrosa (1).

Creatina

La Creatina (Cr) o ácido α -metilguanidinoacético es un elemento dietario no esencial (carne, pescado y huevos) que también puede biosintetizarse.

El organismo necesita unos 2 g de Cr al día, la mitad obtenidos de la dieta y la otra mitad biosintetizados. La biosíntesis de Cr se inicia a nivel renal a partir de arginina y glicina, con la posterior participación de la metionina a nivel hepático, donde finaliza su biosíntesis.

El 95% de la Cr corporal está en el músculo esquelético (el 40% como Cr y el 60% como fosfocreatina, PCr). Sin embargo, las fibras musculares no son capaces de biosintetizar Cr, por lo que se capta desde la sangre y pasa al interior de la célula mediante transporte activo. La insulina ayuda a la translocación de transportadores de Cr desde el sarcoplasma al sarcolema. La Cr es degradada a creatinina y, como ésta no puede ser reutilizada, se excreta a través de la orina.

La suplementación con Cr provoca aumento de entre un 15 y un 20% en el contenido intramiocitario de Cr, y un 10% en el de PCr, especialmente en las fibras tipo II, si bien no todos los individuos responden de la misma manera a la suplementación. Con ello se consigue (4):

- Aumentar la capacidad de síntesis de ATP durante ejercicios de intensidad máxima e intermitente.

- Amortiguar el descenso del pH intramiocitario provocado por el acúmulo de ácido láctico tras esfuerzos intensos, ya que para la síntesis intramuscular de ATP y Cr, la CK utiliza hidrogeniones (H⁺), además de ADP y PCr.
- Inhibir la fosfofructoquinasa, enzima de la glucólisis, por lo que disminuiría la ruta glucolítica anaeróbica y la producción de lactato.
- Potenciar la difusión de ATP desde la mitocondria hacia las cabezas de miosina de las miofibrillas, permitiendo la generación de una mayor tensión muscular.
- Mayor efecto anabólico, ya que el aumento de osmolaridad que provoca estimula los procesos anabólicos en general, como la síntesis proteica.

La estrategia de suplementación que se ha mostrado como la más efectiva a la hora de aumentar la concentración intramuscular de PCr, incluye dos fases:

- Fase de carga:
 - 20 g Cr/día (5 g x 4 veces) durante 5-7 días o 3 g Cr/día durante un mes.
- Fase de mantenimiento:
 - 3-5 g Cr/día de una semana a seis meses.

Estudios recientes han permitido refinar este protocolo y en la actualidad la mayor parte de los deportistas que recurren a este tipo de suplementos consumen una única dosis diaria de 2-5 g unos 60 minutos antes o inmediatamente después del ejercicio. En este caso, el incremento en el contenido de Cr muscular es menor, pero alcanza la misma concentración después de 15 días de tratamiento (8).

Tras el fin de la suplementación se recupera la concentración muscular basal de PCr después de 5-7 semanas aproximadamente (9).

La Cr parece ser el suplemento nutricional más efectivo de los actualmente disponibles para el aumento de la capacidad anaeróbica y la masa muscular. La mejoría en el rendimiento que muestran los estudios varía entre un 10 y un 15% dependiendo de la variable que se haya medido (9).

La mayor parte de los efectos ergogénicos de la suplementación con Cr han sido descritos para ejercicios de máxima intensidad y muy corta duración, en los que la PCr aporta el ATP necesario para la contracción muscular. Estos estudios coinciden en mostrar aumentos de la fuerza y potencia máximas y del volumen de peso movilizado en programas de levantamiento de pesas. También se ha observado que la ingesta de Cr mejora el aporte energético durante ejercicios de naturaleza intermitente de alta intensidad, que intercalan actividades de corta duración y muy alta intensidad con periodos largos de menor intensidad.

Además, la combinación de la ingesta de Cr junto con entrenamiento de fuerza es más efectiva en la ganancia de fuerza y volumen muscular (hipertrofia) que el entrenamiento por sí solo, dado

que parece tener un efecto anabólico (4). A este respecto, el momento de ingesta del suplemento parece tener una influencia clara. Un estudio reciente muestra que después de 10 semanas de entrenamiento de fuerza y suplementación justo antes e inmediatamente después del ejercicio los sujetos incrementaron más la masa muscular y la fuerza que aquellos que ingerían el compuesto por la mañana y por la noche (10).

Por otra parte, la suplementación con Cr no parece producir ningún tipo de mejoría sobre el rendimiento aeróbico. En cuanto a la prevención del daño o dolor muscular postejercicio, un estudio reciente ha observado que existía un aumento en el número y activación de las células satélite y otros autores muestran reducción del incremento de citoquinas proinflamatorias y algunas prostaglandinas influyendo, por tanto, en la recuperación después del ejercicio, aunque de momento únicamente se ha observado en ejercicios de resistencia (9).

Aunque se ha propuesto que la suplementación con Cr podría causar calambres musculares, molestias gastrointestinales o que podría tener efecto sobre la función hepática y renal, lo cierto es que no se han descrito efectos secundarios peligrosos, aunque hay poca información sobre los efectos a largo plazo del uso de este suplemento (4).

Cafeína

La cafeína o 1,3,7-metilxantina es un alcaloide que se encuentra de forma natural en las hojas, frutos y semillas de más de 60 especies vegetales. Los alimentos con mayor contenido en cafeína se muestran en la tabla 2. Prácticamente el 90% de la cafeína ingerida se vacía del estómago en 20 min y alcanza el pico de concentración plasmática a los 40-60 min, siendo su vida media de 3-5 h.

Tabla 2. Contenido en cafeína de distintas fuentes alimentarias y complementos dietéticos (11)

PRODUCTO	CONTENIDO EN CAFEÍNA
Café (150 ml)	106-164 mg
Café instantáneo (150 ml)	47-68 mg
Café descafeinado (150 ml)	2-5 mg
Té negro (240 ml)	25-110 mg
Té verde (240 ml)	8-36 mg
Coca-cola® (330 ml)	42 mg
Pepsi-cola® (330 ml)	35 mg
Chocolate con leche (28 g, una onza)	2-8 mg
Chocolate negro (28 g, una onza)	5-25 mg
Chocolate líquido (168 g)	2-8 mg
Red Bull®, bebida energética (250 ml)	80 mg
Gel cafeinado (40 g)	25 mg
Barrita cafeinada (65 g)	50 mg

Recientemente, hemos revisado la acción fisiológica y los efectos ergogénicos de la cafeína en el rendimiento deportivo (11) y pudimos observar que se desarrolla en numerosos sistemas orgánicos teniendo, por tanto, un efecto multifactorial e interrelacionado.

Sobre el Sistema Nervioso Central (SNC) su efecto más conocido posiblemente lo constituye su acción estimulante, aumentando el nivel de alerta, atención y concentración del individuo, mejorando el estado de ánimo y el humor y disminuyendo el cansancio y la percepción subjetiva de esfuerzo, retrasando, así, la aparición de fatiga. Se ha propuesto, como mecanismo de acción, un efecto como inhibidor competitivo de los receptores de adenosina en el SNC. La adenosina es un regulador de la neurotransmisión que, además, disminuye la liberación de catecolaminas e inhibe la lipólisis.

Sobre el músculo la cafeína tiene un efecto directo aumentando la movilización de calcio del retículo sarcoplásmico e incrementando la sensibilidad de los miofilamentos por el calcio, lo que produce una mayor excitabilidad de las fibras musculares, que mejora los mecanismos de contracción, aumenta la potencia y retrasa la aparición de fatiga.

Sobre el metabolismo energético aumenta la movilización de triglicéridos. Existe controversia a este respecto, pero en la mayoría de los estudios de suplementación con cafeína se ha observado un aumento de la concentración de ácidos grasos libres en plasma y una disminución del cociente respiratorio. El incremento en la disponibilidad de ácidos grasos libres en plasma permite preservar la utilización de los hidratos de carbono como fuente energética, especialmente en ejercicios de resistencia e intensidad moderada.

Recientemente, algunos estudios han mostrado que la ingesta de cafeína junto con hidratos de carbono también modifica el metabolismo de éstos, produciendo tanto un incremento en la tasa de oxidación de los HC exógenos, como una acumulación del glucógeno muscular mayor.

La cafeína puede actuar sobre el sistema respiratorio y excretor estimulando la broncodilatación de los alvéolos, la tasa respiratoria y la filtración renal, facilitando el consumo de oxígeno y la ventilación, así como el aumento de la tasa metabólica.

La estimulación del sistema hormonal, como el incremento de las hormonas del estrés, las mencionadas catecolaminas, la β -endorfina y el cortisol, parecen contribuir también a disminuir la percepción subjetiva del esfuerzo y el dolor muscular, mecanismo asimismo involucrado en el aumento del rendimiento deportivo.

La mayor parte de los estudios sobre el efecto ergogénico de la cafeína se han centrado en ejercicios submáximos, con un elevado componente de resistencia. En este tipo de actividades múltiples estudios han mostrado que la ingesta de cafeína antes del inicio del ejercicio aumenta la concentración de ácidos grasos libres (AG) en plasma. Existen, sin embargo, algunos otros estudios que, a pesar de mostrar un aumento en los AG en plasma, no encuentran una mayor metabolización de los lípidos o modificaciones en el rendimiento.

Más recientemente, también se ha establecido que la cafeína retrasa un 10-20% la aparición de fatiga en ejercicios de resistencia, prolongándose hasta 6 horas después de su ingesta, siendo mayor en aquellas personas que normalmente no ingieren esta sustancia frente a aquellos que la consumen de forma habitual.

Algunos estudios recientes han mostrado que la suplementación con cafeína también da lugar a mejoras en el rendimiento en ejercicios de alta intensidad y corta duración (3-8 min). El mecanismo involucrado es menos conocido, pero se ha propuesto que la cafeína podría tener una acción en la propagación del impulso nervioso y diversos efectos en el mecanismo neuromuscular que facilita el reclutamiento de fibras.

El efecto de la cafeína sobre el rendimiento “anaeróbico” es el más controvertido, ya que algunos autores aseguran que en ejercicios intensos que duran entre 15 segundos y 3 minutos y que dependen del metabolismo glucolítico para llevarse a cabo, la cafeína no parece ejercer ningún efecto positivo, mientras que también existen estudios que indican una mejoría en la potencia y la velocidad tanto en nadadores como en ciclistas. En este caso, el mecanismo de acción de la cafeína se debería principalmente a la activación de la fuerza muscular y al aumento de la contracción, a través de los mecanismos directos sobre el músculo (que ya se han comentado), a la disminución de la percepción subjetiva de esfuerzo y al descenso en la acumulación del potasio extracelular que se da como consecuencia del ejercicio.

Se ha observado que el efecto ergogénico de la cafeína es notablemente mayor cuando se ingiere en forma de complementos que cuando se ingiere la misma cantidad a través del consumo de café, y ello parece deberse a que alguna sustancia presente en el café tiene una acción antagónica sobre el efecto ergogénico de la cafeína.

En cuanto a la duración del efecto de la ingesta de cafeína se ha observado que se retrasa la fatiga cuando se toma de 1 a 3 horas antes de realizar el ejercicio, y no hay efecto ergogénico tras 6 horas de su consumo. En general, se recomienda que si la actividad requiere potencia y/o velocidad, se consuma 3 horas antes y 1 hora antes si se trata de una actividad de resistencia.

Las dosis administradas dependen de la tolerancia individual, pero las que han mostrado tener algún efecto sobre el rendimiento, minimizando los efectos adversos, son entre 1-9 mg/kg de peso corporal, no existiendo generalmente diferencias significativas en los efectos ergogénicos inducidos con distintas dosis dentro del intervalo mencionado. Es incluso más relevante la influencia del grado de entrenamiento de los individuos, encontrándose claros efectos positivos en aquellos sujetos bien entrenados, aunque las dosis de cafeína sean bajas.

Generalmente, los consumidores habituales tienen una mayor tolerancia a la cafeína que los que no suelen tomarla y los varones toleran dosis más elevadas que las mujeres.

Conocer la tolerancia individual, la habituación y el momento del cese del consumo de cafeína de un sujeto determinado es crucial para establecer las pautas correctas de su administración.

En general, si no se ingieren dosis grandes, la cafeína no parece tener efectos secundarios más graves que una cierta intolerancia gastrointestinal en algunas personas. También se han descrito cuadros de ansiedad, dolor de cabeza, hipertensión, taquicardia, inquietud, nerviosismo, dificultad para concentrarse, insomnio e irritabilidad. Las dosis excesivas pueden causar úlcera péptica, ataques epilépticos, coma e incluso la muerte. La cafeína, además, tiene efecto diurético en reposo. Sin embargo, este proceso no se da durante el ejercicio.

Bicarbonato sódico

Durante el ejercicio intenso, anaeróbico, la rápida formación de energía en forma de ATP da lugar a la acumulación de H^+ , además de la acumulación de lactato (La^-) y la pérdida de potasio (K^+). La célula muscular posee mecanismos para amortiguar la acumulación de iones, pero la mayoría pasan al espacio intersticial y a la sangre. Allí, el bicarbonato (HCO_3^-) se une a los hidrogeniones para formar H_2CO_3 e inmediatamente disociarse a CO_2 y H_2O , productos fácilmente eliminables. Sin embargo, este sistema no es suficiente para prevenir la formación de hidrogeniones en el ejercicio intenso y por ello, puede aportarse de forma exógena (8).

La forma normal de inducir una alcalosis metabólica en la sangre es la ingesta de cápsulas gelatinosas de bicarbonato sódico ($NaHCO_3$) con grandes cantidades de agua en las 2-3 horas anteriores al ejercicio extenuante. La ingesta de 300 mg/kg de este compuesto mejora el rendimiento en ejercicios de alta intensidad en la mayoría de los estudios, especialmente en los de corta duración (1-5 min), sin alterar el equilibrio ácido-base del interior celular (9).

Problemas comunes de la administración de bicarbonato sódico son molestias gastrointestinales que dan lugar a vómitos y diarrea y, en ocasiones, mareos.

Proteínas o aminoácidos

Uno de los productos para deportistas más vendidos son los suplementos de proteínas y/o aminoácidos. Aunque una ingesta adecuada de proteínas es esencial para el crecimiento muscular y la reparación postejercicio, se puede obtener con facilidad a partir de una dieta convencional. Además, algunos suplementos son una potencial fuente de sustancias ilegales que no figuran en los ingredientes, como la nandrolona (6).

Desde hace ya algunos años, la suplementación con aminoácidos individuales se ha convertido en una práctica habitual y muy extendida. No obstante, hay que tener en cuenta que el metabolismo de los aminoácidos es muy complejo, ya que pueden interconvertirse e influyen en la transmisión del impulso nervioso y en la secreción de hormonas. Además, la sobrecarga con un solo aminoácido puede provocar desequilibrios nutricionales, ya que puede disminuir la absorción de otros (4).



Existen también compuestos que poseen una evidencia científica menor pero que también cuentan con un elevado número de estudios que proclaman efectos positivos (6, 12)

β -hidroxi- β -metilbutirato

El β -hidroxi- β -metilbutirato (HMB) es un suplemento relativamente nuevo dentro del amplio espectro de ayudas ergogénicas. Se comercializa como producto que permite aumentar la fuerza y la proporción de masa muscular. Es un elemento dietario no esencial (presente en algunos pescados, frutas cítricas, leche) que también puede biosintetizarse a partir del aminoácido esencial leucina.

El mecanismo exacto por el que el HMB influye en el metabolismo muscular es desconocido. Se ha propuesto que, dado que se le atribuyen cualidades anticatabólicas, la suplementación con HMB teóricamente debería disminuir los marcadores de daño muscular, como la actividad de la CK y la Lactato Deshidrogenasa (LDH), hecho que ha sido confirmado por varios autores.

La suplementación con HMB parece producir una mejor adaptación al entrenamiento en sujetos no entrenados que en sujetos entrenados. Así, la administración de 1,5-3 g/día de HMB durante un periodo de 3-8 semanas en hombres y mujeres no entrenados que inician un programa de entrenamiento de fuerza ha mostrado efectos beneficiosos sobre la masa libre de grasa y sobre la fuerza muscular en numerosos estudios.

Los resultados en sujetos entrenados son más controvertidos y menos claros, hasta el punto de que se ha observado que la suplementación con HMB en deportistas de élite que practican deportes de naturaleza intermitente o deportes con un alto componente de fuerza no han mostrado ningún beneficio. Otros autores, sin embargo, indican que la suplementación con HMB durante más de una semana de entrenamiento promueve mayores ganancias de fuerza muscular, disminuyendo los valores de los marcadores de catabolismo muscular.

Muy pocos estudios han analizado los efectos secundarios de la suplementación con HMB, todos ellos llevados a cabo durante periodos de suplementación de ocho semanas o menos. No se han descrito efectos adversos a ningún nivel, ni interacciones con alimentos o medicamentos, si bien es necesaria una investigación más profunda (4).

Glutamina

La glutamina es la amida del ácido glutámico. Se trata del aminoácido no esencial más abundante del organismo. Se encuentra en alimentos con alto contenido proteico, como los productos lácteos (sobre todo el queso), carnes y frutos secos.

Una de sus acciones es estimular a la enzima glucógeno sintasa, por lo que cobra gran relevancia en las modalidades deportivas de resistencia, ya que favorece la resíntesis de glucógeno muscular. La glutamina sirve de sustrato energético a macrófagos y linfocitos. Las células que consumen más glutamina son las del sistema inmunitario, las del intestino delgado y las renales (4).

Los deportistas toman glutamina buscando una mejora de la recuperación tras el ejercicio y aumentar su resistencia a las infecciones, ya que inhibe la producción de citoquinas involucradas en la inflamación o inmunosupresión (1). Las dosis diarias utilizadas son de 30 mg/kg de peso corporal, máximo 5 g/día, repartidos en dos tomas: inmediatamente antes y 2 horas después del ejercicio (4). La combinación de glutamina con ácidos grasos omega-3 han mostrado efectos positivos en la reducción de tasa de infecciones en pacientes pero no se estudiado hasta el momento en deportistas (13).

Otros compuestos, sin embargo, carecen todavía de suficiente información para poder certificar que son seguros y eficaces

Aminoácidos ramificados

De reciente interés son los aminoácidos ramificados (BCAA, del inglés Branched-chain amino acids) leucina, isoleucina y valina, especialmente por su relación con la hipótesis de la fatiga central, así como por su posible papel como fuente de energía durante el ejercicio y su efecto anabólico sobre el tejido muscular.

La hipótesis de la fatiga central se propuso a finales de los años 80 como un importante mecanismo implicado en el desarrollo de la fatiga durante y después del ejercicio (14). Esta teoría propone que la ingesta de BCAA aumentará su concentración plasmática, reduciendo el paso de triptófano, con el que compiten a través de la barrera hematoencefálica, disminuyendo la síntesis de serotonina y, como consecuencia, la sensación de fatiga. Esto haría que el deportista pudiera entrenar más, realizara un mayor trabajo muscular, y en definitiva, mejorara el rendimiento deportivo.

No obstante, no existen evidencias científicas sólidas que respalden esta hipótesis y que demuestren que el uso de complementos de BCAA mejore el rendimiento físico por esta vía, si bien algunos autores han descrito que la ingesta de BCAA disminuye la percepción subjetiva de fatiga durante el ejercicio (15). Además de su relación con la hipótesis de la fatiga central, también se ha sugerido que el uso de suplementos con BCAA podría mejorar el rendimiento debido a su contribución al gasto energético total durante el ejercicio. Sin embargo, estudios recientes han demostrado que la actividad de las enzimas responsables de la oxidación de BCAA es demasiado baja como para permitir una contribución significativa al gasto energético durante el ejercicio. Desde este punto de vista, la suplementación durante el ejercicio sería innecesaria (4).

La ingesta oral de BCAA antes y después del ejercicio ha demostrado tener un efecto no sólo anticatabólico, disminuyendo el daño muscular inducido por el ejercicio, sino también anabólico, estimulando la síntesis proteica (16). No obstante, se han llevado a cabo decenas de estudios utilizando distintos tipos de ejercicio y formas de administración de BCAA (infusión, oral, con y sin HC), que, en general, no han sido capaces de demostrar una mejora en el rendimiento deportivo (17).



Aunque se suelen utilizar dosis mayores de 5 g, aún se desconoce la dosis mínima efectiva, así como la mejor proporción entre los tres BCAA. En este sentido, los estudios de toxicidad muestran que su uso es seguro cuando los tres BCAA se aportan en una proporción similar a la que se encuentra en las proteínas animales (18).

La composición habitual de los complementos de BCAA cuando se comercializan en forma de pastillas es: 100 mg de valina, 50 mg de isoleucina y 100 mg de leucina. Una pechuga de pollo de 100 g, por ejemplo, contiene aproximadamente 470 mg de valina, 375 mg de isoleucina y 656 mg de leucina (17).

Carnitina

La L-carnitina o ácido L-3-hidroxi-4-N-trimetilaminobutírico es un elemento no esencial que puede biosintetizarse o ingerirse a través de la dieta (especialmente en carnes y lácteos). La dosis más habitual ingerida en forma de suplementos es 2-6 g/día (distribuidos en 2 ó 3 dosis de 1-2 g).

La L-carnitina desempeña un papel importante en el metabolismo de los lípidos. La principal función de la carnitina es participar en el transporte de los ácidos grasos de cadena larga hacia la matriz mitocondrial, a través de la carnitina palmitoil transferasa (CPT1), donde serán oxidados para obtener energía, especialmente en estado de ayuno y durante ejercicios de intensidad baja y moderada. De esta manera, se ha postulado que la suplementación con carnitina permitiría disminuir la grasa corporal. Además, se le ha atribuido un efecto ergogénico en deportes con un elevado componente de resistencia, donde el aumento de la oxidación de ácidos grasos permitiría una menor utilización de glucógeno como fuente de energía, mejorando así el rendimiento (4).

En ambos casos se asume que la suplementación con carnitina provoca aumento de su concentración intramiocitaria. Sin embargo, la mayoría de los estudios muestran claramente que la toma de carnitina (hasta 6 g/día durante 14 días) no cambia su concentración muscular (9) y no se ha demostrado que mejore ni el VO_2 máx. ni el rendimiento a través del mecanismo propuesto (siempre y cuando no exista una deficiencia severa). Es más, estudios de cinética enzimática han demostrado que el músculo esquelético en reposo tiene a disposición suficiente carnitina como para permitir la máxima actividad de la CPT1. Por tanto, es muy improbable que la suplementación con carnitina induzca una pérdida de masa grasa corporal (19).

No se han descrito efectos secundarios peligrosos en dosis de hasta 2.000 mg/día. Incluso se han probado dosis mayores sin efectos adversos, pero son necesarios más estudios sobre su seguridad (20).

La gran mayoría de las ayudas ergogénicas que se encuentran en el mercado pertenecen a la categoría de aquellas que no poseen el efecto que proclaman (6, 12)

- Sustancias que supuestamente retrasan la aparición de fatiga como taurina, ginseng, inosina, té verde.

- Compuestos con acción antioxidante o que mejoran el estado antioxidante, como las vitaminas C y E, provitamina A, minerales (selenio, zinc, magnesio, cobre), N-acetil L-cisteína, bioflavonoides, coenzima Q10, etc. La suplementación a largo plazo con antioxidantes está poco estudiada en deportistas, pero en población general se ha demostrado que puede aumentar el riesgo de mortalidad (21), recomendándose obtenerlos a partir de una dieta equilibrada.
- Inmunomoduladores como espirulina, aspartato o ácidos grasos omega-3, HC.
- Ácido linoleico conjugado (CLA, del inglés Conjugated Linoleic Acid) para la optimización del peso y la composición corporal.
- Cartílago de tiburón o mucopolisacáridos, tanto para la prevención como para la recuperación rápida y completa de las lesiones asociadas con el ejercicio.

Conclusión

En la actualidad, son numerosos los productos disponibles en el mercado para deportistas, pero sólo una pequeña parte de ellos dispone de evidencia científica suficiente para ser considerados eficaces en la mejoría del rendimiento deportivo.

En cualquier caso, pueden contribuir parcialmente al rendimiento pero nunca compensarán la ausencia de talento, motivación y entrenamiento.

Bibliografía

1. Aoi W, Naito Y, Yoshikawa T. Exercise and functional foods. *Nutr J*, 2006; 5:15.
2. Diplock AT, Aggett PJ, Ashwell M, Bornet F, Fern EB, Roberfroid MB. Scientific concepts of functional foods in Europe. Consensus document. *Br J Nutr*, 1999; 81(Suppl. 1):S1-27.
3. Aggett PJ, Antoine JM, Asp NG, Bellisle F, Contor L, Cummings JH, Howlett J, Müller DJ, Persin C, Pijls LT, Rechkemmer G, Tuijelaars S, Verhagen H. PASSCLAIM: consensus on criteria. *Eur J Nutr*, 2005; 44(suppl. 1):pp. 5-30.
4. Palacios Gil-Antuñano N, Montalvo Zenarruzabeitia Z, Iglesias Gutiérrez E. Suplementación nutricional en situaciones fisiológicas: actividad física y deporte. En: *Suplementación nutricional (en prensa)*.
5. Gutiérrez Sainz A. Ayudas ergogénicas y rendimiento deportivo. En: *Fisiología del ejercicio*. López Chicharro J & Fernández Vaquero A (Eds.). Madrid: Editorial Médica Panamericana, pp. 811-33. 2006.
6. American College of Sports Medicine. American Dietetic Association Dietitians of Canada. Joint Position Statement. Nutrition and Athletic Performance. *Med Sci Sport Exerc*, 2009; 41(3):709-31.
7. Palacios N, Bonafonte L, Manonelles P, Manuz B, Villegas JA. Consenso sobre bebidas para el deportista. Composición y pautas de reposición de líquidos. *Arch Med Deporte*, 2008; XXV(4):245-58.

8. Deldicque L, Francaux M. Functional food for exercise performance: fact or foe? *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 2008; 11:774-81.
9. Spriet L, Perry C, Talanian JL. Legal pre-event nutritional supplements to assist energy metabolism. *Essays Biochem*, 2008; 44:27-43.
10. Cribb PJ, Hayes A. Effects of supplement timing and resistance exercise on skeletal muscle hypertrophy. *Med Sci Sports Exerc*, 2006; 38:1918-25.
11. Palacios Gil-Antuñano N, Iglesias-Gutiérrez E, Úbeda Martín N. Efecto de la cafeína en el rendimiento deportivo. *Med Clin*, 2008; 19(131):751-5.
12. Burke L. Supplements and sports foods. In: Burke L, Deakin V, editors. *Clinical Sports Nutrition*. Sydney, Australia: McGraw-Hill, pp. 485-579. 2006.
13. Plunkett B, Callister R, Garg ML. Nutraceuticals and inflammation in athletes. In: Wildman R, editor. *Handbook of nutraceuticals and functional foods*. Second edition. Boca raton, CRC Press, 2007; pp. 409-20.
14. Newsholme EA. Application of knowledge of metabolic integration to the problem of metabolic limitations in middle distance and marathon running. *Acta Physiol Scand*, 1986; (Suppl. 556): 93-7.
15. Blomstrand E. Amino acids and central fatigue. *Amino Acids*, 2001; 20(1):25-34.
16. Blomstrand E, Eliasson J, Karlsson HK & Köhnke R. Branched-chain amino acids activate key enzymes in protein synthesis after physical exercise. *J Nutr*, 2006; 136(1 Suppl):269S-273S.
17. Gleeson M. Interrelationship between physical activity and branched-chain amino acids. *J Nutr*, 2005; 135(6 Suppl.):1591S-5S.
18. Shimomura Y, Murakami T, Nakai N, Nagasaki M, Harris RA. Exercise promotes BCAA catabolism: effects of BCAA supplementation on skeletal muscle during exercise. *J Nutr*, 2004; 134(6 Suppl.):1583S-7S.
19. Karlic H, Lohninger A. Supplementation of L-carnitine in athletes: does it make sense? *Nutrition*, 2004; 20(7-8):709-15.
20. Hathcock JN, Shao A. Risk assessment for carnitine. *Regul Toxicol Pharmacol*, 2006; 46(1):23-8.
21. Bjelakovic GD, Nikolova LL, Gluud RG, Simonetti RG, Gluud C. Mortality in randomized trials of antioxidants supplements for primary and secondary prevention: systematic review and meta-analysis. *JAMA*, 2007; 297:842-57.



CEU
*Universidad
San Pablo*

