

## Dieta y ejercicio

---

### IV DIETA Y EJERCICIO

DR. HARVEY B. SIMON

Muchas enfermedades crónicas son consecuencia de una dieta no saludable y un estilo de vida sedentario. La mala nutrición y el ejercicio inadecuado aumentan en forma sustancial el riesgo de desarrollar padecimientos como la enfermedad coronaria, la hipertensión, la enfermedad cerebrovascular, la diabetes, la obesidad, la osteoporosis y ciertas neoplasias, y causan alrededor de 300,000 muertes en los Estados Unidos cada año.<sup>1</sup> Los factores dietéticos también contribuyen a la colestiasis, hemorroides, hernias, constipación, síndrome de colon irritable y diverticulosis.

#### Dieta

En el siglo XX la dieta norteamericana promedio ha cambiado de una basada en vegetales frescos con un proceso mínimo a otra con abundantes productos animales y alimentos procesados muy refinados. Como resultado, los norteamericanos consumen en la actualidad muchas más calorías, grasa, colesterol, azúcar refinada, proteínas animales, sodio y alcohol, y mucho menos fibra y almidón de lo que sería saludable.

El 35 por ciento de los norteamericanos adultos tienen sobrepeso.<sup>2</sup> La obesidad es un trastorno complejo y multifactorial, pero un elemento común en todos los casos es un balance de energía positivo en el que se consumen más calorías de las que se gastan. El exceso de calorías se almacena como grasa corporal y cada libra de tejido adiposo contiene 3,500 calorías. La pérdida de peso se logra al alcanzar un balance de energía negativo.

#### ENERGÍA

Las variables genéticas, metabólicas y de comportamiento hacen difícil predecir los requerimientos calóricos individuales con precisión. Sin embargo, los médicos pueden contar con cálculos sobre la ingesta calórica que son útiles para determinar los niveles de consumo de grasa. Los adultos sedentarios requieren alrededor de 30 cal/kg/día para mantener el peso corporal, los adultos moderadamente activos requieren 35 cal/kg/día y los adultos muy activos requieren 40 cal/kg/día. Por lo tanto, en promedio, una persona de 70 kg (154 lb) puede mantener su peso corporal si consume de 2,100 a 2,800 calorías diario.

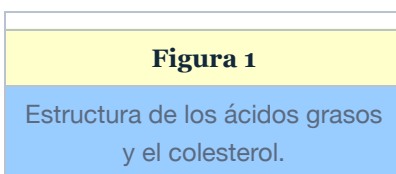
Los valores calóricos de los alimentos son muy diversos; por ejemplo, la grasa proporciona 9 cal/g y el

alcohol 7 cal/g, pero las proteínas y carbohidratos solo 4 cal/g. Los pacientes con exceso de grasa corporal deben ser alentados para cambiar de una dieta alta en grasas y calorías a una baja en grasas y con menos calorías. Para perder 1 lb por semana los pacientes deben consumir 500 calorías menos de lo que gastan cada día. En prácticamente todos los casos, la pérdida constante de peso requiere tanto de una dieta baja en grasas y alta en fibra como de ejercicio vigoroso regular.

## GRASA Y COLESTEROL

### *Estructura*

La mayoría de los lípidos de la dieta son triglicéridos, en los que tres ácidos grasos están unidos a una molécula de glicerol.<sup>3</sup> En el centro de cada ácido graso se encuentra una cadena de átomos de carbono con un grupo metil en un extremo y un grupo carboxil en el otro [ver figura 1]. Las propiedades biológicas de los ácidos grasos están determinadas por la presencia o ausencia de enlaces dobles entre los átomos de carbono, el número y localización de los enlaces dobles y la configuración de las moléculas.



La mayoría de los ácidos grasos en los alimentos están compuestos de un número par de átomos de carbono, en general en cadenas de 12 a 22 átomos. El número de enlaces dobles entre los átomos de carbono determina la saturación de las grasas. Los ácidos grasos sin enlaces dobles están totalmente saturados, no tienen lugar para átomos de hidrógeno adicionales. Los ácidos grasos con un enlace doble están monoinsaturados y los que tienen dos o más enlaces dobles son poliinsaturados.

Los ácidos grasos contienen de cero a seis enlaces dobles, en los que pueden unirse átomos de hidrógeno adicionales. La localización del enlace doble es de gran importancia fisiológica porque el grupo al que pertenece el ácido graso no saturado (i.e., omega-3, omega-6 u omega-9) está determinado por la posición del doble enlace más cercano al grupo metilo. En los ácidos grasos omega-3, por ejemplo, se encuentran tres átomos de carbono entre el extremo metil de la cadena y el primer enlace doble.

La mayoría de los ácidos grasos en los alimentos naturales tienen una configuración en curva o *cis*. Cuando se agrega hidrógeno a las grasas no saturadas durante la manufactura de los alimentos, las moléculas asumen una configuración más recta o *trans* [ver figura 1].

El colesterol es una molécula cérea, parecida a la grasa, que se encuentra en las membranas de todas las células animales pero no de las vegetales. Aunque el colesterol es un esteroide y no una verdadera grasa, su metabolismo está íntimamente ligado a la ingesta dietética de ácidos grasos.

## *Efectos de los lípidos en la sangre y riesgo cardiovascular*

Aunque todas las grasas tienen el mismo valor calórico (9 cal/g), sus efectos sobre la salud humana varían mucho, principalmente por sus diferentes efectos sobre los niveles de colesterol en sangre.

Las grasas saturadas estimulan la producción de colesterol en el hígado, aumentando así los niveles en sangre. De los cuatro ácidos grasos saturados que predominan en la dieta americana, el ácido mirístico (14 carbonos) tiene el efecto hipercolesterolémico más potente, seguido de ácido palmítico (16 carbonos) y el ácido láurico (12 carbonos). El ácido esteárico (18 carbonos) tiene poco efecto sobre los niveles de colesterol.

Los ácidos grasos no saturados generalmente derivan de fuentes vegetales y marinas; con frecuencia se denominan aceites en lugar de grasas porque son líquidos a temperatura ambiente. Cuando los ácidos grasos monoinsaturados o poliinsaturados sustituyen a las grasas saturadas, los niveles de colesterol en sangre disminuyen. Sin embargo, ningún tipo de grasa no saturada tiene una capacidad directa para disminuir el colesterol de las lipoproteínas de baja densidad (LDL) o aumentar el de las lipoproteínas de alta densidad (HDL).<sup>4</sup> Aunque las grasas monoinsaturadas o poliinsaturadas tienen un efecto similar, generalmente neutro, sobre los niveles de colesterol en sangre, las grasas monoinsaturadas son menos susceptibles de sufrir oxidación y pueden, por tanto, ser menos aterogénicas.<sup>5</sup>

El consumo de ácidos grasos omega-3 está relacionado en forma inversa con la incidencia de aterosclerosis y el riesgo de muerte súbita.<sup>6</sup> En dosis altas, los ácidos grasos omega-3 pueden disminuir los niveles de triglicéridos en sangre, pero en cantidades dietéticas tienen poco efecto sobre los lípidos circulantes. Sin embargo, incluso en cantidades moderadas, los ácidos grasos omega-3 disminuyen la agregación plaquetaria, impidiendo la trombogénesis; también pueden tener propiedades antiarrítmicas.<sup>7</sup> Las dietas altas en ácido alfa-linoleico parecen reducir el riesgo de enfermedad arterial coronaria<sup>8</sup> y cerebrovascular.<sup>9</sup>

Como las grasas saturadas, los ácidos grasos *trans* aumentan el colesterol de LDL de la sangre; sin embargo, a diferencia de las primeras, reducen también el nivel de colesterol de HDL, lo que hace que los ácidos grasos *trans* sean incluso más dañinos. Las dietas altas en ácidos grasos *trans* se han asociado con un mayor riesgo de aterosclerosis y eventos coronarios.

El colesterol de la dieta aumenta los niveles de colesterol de LDL en sangre, pero tiene un efecto hipercolesterolémico menos potente que las grasas saturadas. Las dietas altas en colesterol se asocian con aumento del riesgo de enfermedad coronaria independientemente de su efecto sobre la concentración de colesterol en sangre,<sup>6</sup> lo que aumenta la importancia de reducir la ingesta de colesterol.

## *Grasas y salud*

La grasa tiene funciones esenciales en el cuerpo humano. Es el principal reservorio de energía, almacena sustancias liposolubles, incluyendo las vitaminas A, D, E y K, proporciona aislamiento contra la pérdida de calor y protege las vísceras. Los lípidos son componentes estructurales esenciales de las membranas celulares y son precursores de la cortisona, hormonas sexuales y otras sustancias.

Aunque cualquier fuente de energía dietética, incluyendo carbohidratos, proteínas y alcohol, puede convertirse en el organismo en ácidos grasos y colesterol, es esencial ingerir cierta cantidad de grasa. Por ejemplo, el ácido linoleico es un ácido graso que no puede sintetizarse en forma endógena, por lo que debe obtenerse de los alimentos. Se requiere grasa en la dieta para la absorción de las vitaminas liposolubles. Tan poco como 15 a 25 g de grasa en la dieta puede ser suficiente para proporcionar las funciones esenciales. La grasa de la dieta también da textura y sabor a los alimentos.

### *Recomendaciones dietéticas*

Los lineamientos dietéticos de la *American Heart Association* (AHA, Asociación Americana del Corazón, n. del t.)<sup>6</sup> para adultos sanos sugieren que no más del 30 por ciento de las calorías debe provenir de las grasas, con ocho a 10 por ciento de grasas saturadas, hasta 10 por ciento de grasas poliinsaturadas y hasta 15 por ciento de grasa monoinsaturada. Los lineamientos de la AHA también especifican que debe consumirse menos de 300 mg de colesterol por día. Estas normas están diseñadas para proporcionar metas realistas para la población. Sin embargo, muchas autoridades sugieren que la ingesta total de grasa no sea mayor del 20 por ciento de las calorías diarias, con una reducción correspondiente en el consumo de colesterol a menos de 200 mg por día. Para las personas que son hiperlipidémicas u obesas deben considerarse límites más estrictos, lo mismo que para los individuos con aterosclerosis o factores de riesgo importantes. En algunas personas las dietas con nivel muy bajo de grasa, que proporcionan solo el 15 por ciento de las calorías, pueden disminuir los niveles de LAD en sangre y causar otros efectos adversos,<sup>10</sup> pero en las personas con riesgo alto y bajo vigilancia adecuada, pueden ser benéficas las dietas con alrededor del 10 por ciento de grasa y prácticamente nada de colesterol.<sup>11</sup>

Los médicos pueden ayudar a sus pacientes a seleccionar una ingesta determinada de grasa con base en su contenido corporal de grasa, niveles de colesterol en sangre y factores de riesgo cardíaco. Los pacientes que se benefician con las reducciones en cualquiera de estos parámetros deben elegir dietas bajas en grasa [*ver tabla 1*].

**Tabla 1 Valores recomendados para la ingesta de grasas**

| <i>Calorías/día</i> | <i>Calorías por grasas (%)</i> | <i>Grasa permitida (g)</i> |
|---------------------|--------------------------------|----------------------------|
| 1,000               | 10                             | 11                         |
|                     | 15                             | 17                         |
|                     | 20                             | 22                         |
|                     | 25                             | 28                         |
|                     | 30                             | 33                         |
| 1,200               | 10                             | 14                         |
|                     | 15                             | 20                         |
|                     | 20                             | 27                         |
|                     | 25                             | 33                         |
|                     | 30                             | 40                         |
| 1,500               | 10                             | 17                         |
|                     | 15                             | 25                         |
|                     | 20                             | 33                         |
|                     | 25                             | 42                         |
|                     | 30                             | 50                         |
| 1,800               | 10                             | 20                         |
|                     | 15                             | 30                         |
|                     | 20                             | 40                         |
|                     | 25                             | 50                         |
|                     | 30                             | 60                         |
| 2,000               | 10                             | 22                         |
|                     | 15                             | 33                         |
|                     | 20                             | 44                         |
|                     | 25                             | 56                         |
|                     | 30                             | 66                         |
| 2,500               | 10                             | 28                         |
|                     | 15                             | 42                         |
|                     | 20                             | 56                         |
|                     | 25                             | 70                         |
|                     | 30                             | 84                         |
| 3,000               | 10                             | 34                         |
|                     | 15                             | 50                         |
|                     | 20                             | 66                         |
|                     | 25                             | 84                         |
|                     | 30                             | 100                        |

Las etiquetas de los alimentos suelen mencionar el contenido de grasa, grasa saturada y colesterol. No suelen mencionar los ácidos grasos *trans*, de modo que los pacientes deben checar la lista de ingredientes en la porción inferior de la etiqueta para buscar la presencia de aceites vegetales parcialmente hidrogenados.

## CARBOHIDRATOS

Los carbohidratos proporcionan una fuente vital de energía para el proceso metabólico. También son constituyentes vitales de ácidos nucleicos, glucoproteínas y membranas celulares.

Los vegetales son la fuente dietética principal de carbohidratos. Los únicos carbohidratos importantes que se originan de fuentes animales son la lactosa en la leche y el glucógeno en el músculo y el hígado. Los alimentos ricos en carbohidratos contienen cantidades variables de carbohidratos simples y complejos. Los carbohidratos simples incluyen monosacáridos como glucosa, fructosa y galactosa, y disacáridos como sacarosa (azúcar de mesa), maltosa y lactosa. Los carbohidratos complejos incluyen polisacáridos (v.gr., almidón y glucógeno que pueden digerirse a azúcares por las enzimas intestinales) y fibra (i.e., carbohidratos de alto peso molecular que no pueden degradarse a azúcares por las enzimas intestinales humanas). Los azúcares, el almidón y el glucógeno proporcionan 4 cal/g, debido a que la fibra no es digerible, no tiene valor calórico.

Los carbohidratos contribuyen con alrededor del 50 por ciento de las calorías en la dieta americana promedio, la mitad por azúcar y la mitad proveniente de carbohidratos complejos. Debido a que los azúcares se absorben con más rapidez, tienen mayor índice glucémico que los almidones. Los alimentos procesados que contienen azúcares simples suelen ser altos en calorías, mientras que los ricos en carbohidratos complejos proporcionan vitaminas, oligoelementos y otros nutrientes valiosos. Una dieta saludable debe contener 55 a 65 por ciento de calorías provenientes de carbohidratos complejos que se encuentran en frutas y vegetales frescos, legumbres y granos enteros.<sup>5</sup>

## FIBRA DE LA DIETA

La fibra de la dieta es una mezcla heterogénea de carbohidratos ramificados de cadena muy larga que resisten a la digestión por las enzimas intestinales humanas por la forma como sus componentes monosacáridos se unen entre sí. La fibra solo se encuentra en las plantas, en especial en la cáscara de granos enteros, en los tallos y hojas de vegetales y en frutas, semillas y nueces. Las dos categorías generales de fibra dietética son la soluble y la insoluble.

La fibra soluble retrasa el vaciamiento gástrico, lo que produce una sensación de saciedad, y retrasa la absorción de los carbohidratos digeribles, reduciendo así los niveles de insulina. La fibra soluble disminuye también los niveles de colesterol en sangre, quizá al inhibir la absorción de ácidos biliares y

nutrientes en el intestino delgado y al promover el secuestro de ácidos biliares por las bacterias del colon.<sup>12</sup> Debido a que la fibra soluble es metabolizada por estas bacterias, tiene poco efecto sobre el bolo fecal. Por el contrario, la fibra insoluble aumenta el contenido de agua y el bolo de las heces y acorta el tiempo de tránsito intestinal [ver tabla 2].

| Tabla 2 Tipos de fibra dietética y ejemplos de alimentos que la contienen |                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Tipo de fibra                                                             | Fuentes alimentarias                                                                    |
| Goma*                                                                     | Avena, frijol, leguminosas                                                              |
| Pectina*                                                                  | Manzanas, cítricos, frijol de soya, coliflor, calabazas, col, zanahorias, ejotes, papas |
| Mucílago*                                                                 | Psyllium plántago                                                                       |
| Hemicelulosa*+                                                            | Cebada, hojuelas de trigo y granos enteros, coles de Bruselas, raíces de remolacha      |
| Lignina+                                                                  | Ejotes, fresas, duraznos, peras, rábanos                                                |
| Celulosa+                                                                 | Vegetales de raíz, col, trigo y maíz, chícharos, frijol, brócoli, pepinillos, manzanas  |
| * Fibra soluble + Fibra insoluble                                         |                                                                                         |

Las dietas altas en fibra tienden a ser bajas en grasa. Estas se han asociado con un menor riesgo de trastornos intestinales, incluyendo constipación, síndrome de colon irritable, coleditiasis, hemorroides, diverticulosis y cáncer de colon.<sup>13</sup> Las dietas altas en fibra y bajas en grasa aumentan la actividad fibrinolítica del plasma,<sup>14</sup> y el consumo de fibra en la dieta se asocia en forma inversa con el riesgo de diabetes mellitus.<sup>15</sup> El consumo regular de cereal de avena<sup>16</sup> y otros alimentos que proporcionan  $\beta$ -glucano en la fibra soluble<sup>17</sup> reduce el nivel de colesterol en sangre. La mayor ingesta de fibra se asocia con menor riesgo de enfermedad coronaria<sup>18</sup> y menor mortalidad por todas las causas.<sup>13</sup> Una dieta saludable debe contener por lo menos 25 a 30 g de fibra por día,<sup>5</sup> incluyendo cantidades sustanciales de fibra soluble.

PROTEINAS

A diferencia de las reservas de grasa (que se almacenan en grandes cantidades como triglicéridos en el tejido adiposo) y las reservas de carbohidratos (que se almacenan en pequeñas cantidades como glucógeno en el hígado y músculo), no existen reservas endógenas e aminoácidos o proteína, ya que todas las proteínas en el organismo tienen una función estructural o metabólica. Como resultado, la función del organismo puede alterarse cuando las proteínas se catabolizan por deficiencia de energía, enfermedades

de emaciación o ingesta dietética de proteínas insuficiente para sustituir a las pérdidas proteicas.

Todas las proteínas en las células humanas se catabolizan en forma continua y se resintetizan. En un adulto sano de 70 kg, se degradan y sustituyen diario alrededor de 280 g de proteína.<sup>19</sup> Además, alrededor de 30 g de proteína se pierden a través de la orina (urea), heces y piel.

En los adultos sanos, las pérdidas proteicas pueden sustituirse del todo con solo 0.4 g/kg. Las proteínas de la dieta son digeridas a través de diversos procesos hidrolíticos, y las proteinasas y peptidasas intestinales las degradan en péptidos cada vez más pequeños. Los productos finales son los aminoácidos, dipéptidos y tripéptidos, que son absorbidos por el sistema de transporte de borde en cepillo de la mucosa intestinal. Debido a que no todas las proteínas de la dieta se digieren por completo, el requerimiento diario recomendado (RDR) de proteína para el adulto sano es de 0.8 g/kg. Las personas que realizan ejercicio intenso en forma regular deben recibir proteína extra para mantener la masa muscular,<sup>20</sup> y se ha recomendado una ingesta de alrededor de 1 g/kg para los atletas. Las mujeres embarazadas o lactando pueden requerir hasta 30g/día adicionales a sus requerimientos basales. Para permitir el crecimiento, los niños deben consumir 2 g/kg/día.

Una dieta saludable debe proporcionar 10 a 15 por ciento de sus calorías proveniente de proteínas. En las mujeres sanas no embarazadas, esto constituye un promedio de 44 a 50 g/día, y para los hombres de 45 a 63 g/día. Aunque no se ha demostrado que la ingesta excesiva de proteína sea dañina, existen varias desventajas potenciales de este tipo de dieta. La proteína en los alimentos derivada de animales suele acompañarse de gran cantidad de grasa. En el organismo, la proteína excesiva puede transformarse en carbohidratos, lo que aumenta el exceso de energía responsable de la obesidad. Cuando el exceso de proteína se elimina del organismo como nitrógeno de urea, suele acompañarse de calcio urinario, lo que quizá aumenta el riesgo de nefrolitiasis y osteoporosis. Debido a que el nitrógeno se excreta en la orina, el incremento en la ingesta de proteínas se asocia con un aumento en el flujo plasmático renal, en las tasas de filtración glomerular y, eventualmente, con aumento del tamaño renal. En algunos modelos animales el incremento de la proteína en la dieta se relaciona con envejecimiento renal acelerado, y en los humanos con enfermedad renal, las dietas altas en proteínas se asocian con progresión más rápida de la enfermedad.<sup>21</sup> Por otro lado, la mayor concentración de proteína en la dieta parece relacionarse con lecturas de presión arterial más bajas, quizá por un aumento en las pérdidas urinarias de sodio.<sup>22</sup>

Las miles de proteínas del organismo se sintetizan a partir de solo 21 aminoácidos. La mayoría de éstos pueden sintetizarse en forma endógena, pero nueve no. No todas las proteínas de la dieta contienen los nueve aminoácidos esenciales; en especial, las proteínas vegetales pueden ser incompletas. Sin embargo, al tomar alimentos variados que contengan una mezcla de proteínas, incluso los vegetarianos estrictos pueden obtener todos los aminoácidos que requieren.

## VITAMINAS

Aunque existe gran disparidad entre las creencias populares sobre las vitaminas y sus efectos fisiológicos



conocidos, la nueva información médica puede angostar esta brecha. Primero, es cada vez más claro que muchos norteamericanos, en especial los ancianos y los pobres, no consumen cantidades adecuadas de alimentos ricos en vitaminas. Segundo, los experimentos de laboratorio y en animales demuestran que las vitaminas antioxidantes pueden retrasar la aterogénesis y sugieren que los antioxidantes pueden disminuir el riesgo de carcinogénesis. De hecho, muchos estudios epidemiológicos y observacionales han demostrado una asociación entre una ingesta dietética baja o niveles bajos en plasma de antioxidantes y un mayor riesgo de aterosclerosis y ciertas neoplasias. Estudios semejantes han asociado los niveles bajos de ácido fólico, vitamina B<sub>6</sub> y vitamina B<sub>12</sub> con niveles elevados en sangre de homocisteína y mayor riesgo cardiovascular.<sup>23</sup> Sin embargo, con excepción del Estudio Antioxidante del Corazón de Cambridge, que demostró la eficacia de la vitamina E para reducir el riesgo de infarto al miocardio en pacientes con enfermedad coronaria,<sup>24</sup> los estudios aleatorios no han demostrado que los suplementos vitamínicos sean benéficos,<sup>25</sup> y los suplementos de β-caroteno parecen incluso aumentar el riesgo de cáncer de pulmón en los fumadores.<sup>26</sup> Es claro que se requieren estudios adicionales para aclarar el impacto de las vitaminas sobre la salud.

Las vitaminas son lipo o hidrosolubles. Las vitaminas A, D, E y K son liposolubles. Se encuentran en los alimentos grasos y se absorben, transportan y almacenan con la grasa. Debido a que su excreción es mínima y su almacén en el tejido adiposo abundante, las deficiencias de vitaminas liposolubles son raras, aunque sí pueden acumularse cantidades tóxicas si la ingesta es excesiva. Las vitaminas C y del complejo B son hidrosolubles, se absorben en el intestino, se unen y son transportadas por proteínas y se excretan en la orina; debido a que casi no se almacenan, deben ingerirse en forma regular y, exceptuando por las grandes dosis de vitaminas B<sub>3</sub> y B<sub>6</sub>, la toxicidad es rara [*ver tabla 3*].

***Tabla 3* Las vitaminas**

| <b>Vitamina</b>                            | <b>Funciones</b>                                                                                     | <b>Efectos de la deficiencia</b>                      | <b>Efectos tóxicos</b>                                                                                             | <b>Fuentes</b>                                                                   | <b>RDR</b>                                                                                         |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A (retinol, ácido retinoico)               | Visión, integridad de los epitelios, posible protección contra cánceres epiteliales y aterosclerosis | Ceguera nocturna, aumenta la propensión a infecciones | Teratogenicidad , hepatotoxicidad, edema cerebral, descamación, coloración amarillenta de la piel por carotenoides | Hígado, lácteos, huevo, vegetales verde oscuro y amarillo-naranja (carotenoides) | 5,000 UI o 1,000 ER                                                                                |
| B <sub>1</sub> (tiamina)                   | Metabolismo de carbohidratos, alcohol y aminoácidos de cadena ramificada                             | Beriberi, síndrome de WernickeKorsakoff               | Ninguno                                                                                                            | Granos, leguminosas, nueces, aves, carnes                                        | Varones 19-50 a: 1.5 mg, varones > 50 a: 1.2 mg, mujeres 19 a 50 a: 1.1 mg, mujeres > 50 a: 1.0 mg |
| B <sub>2</sub> (riboflavina)               | Reacciones de oxidación-reducción celular                                                            | Estomatitis, dermatitis, anemia                       | Ninguno                                                                                                            | Granos, lácteos, carne, huevos, vegetales verde oscuro                           | Varones 19-50 a: 1.7 mg, varones > 50 a: 1.4 mg, mujeres 19 a 50 a: 1.3 mg, mujeres > 50 a: 1.2 mg |
| B <sub>3</sub> (niacina, ácido nicotínico) | Metabolismo oxidativo, reduce el colesterol de LBD, aumenta el colesterol de LAD                     | Pelagra                                               | Rubor, cefalea, prurito, hiperglucemia, hiperuricemia, hepatotoxicidad                                             | Carne, aves, pescado, granos, cacahuates, se sintetiza a partir del              | Varones 19-50 a: 19 mg, varones > 50 a: 45 mg, mujeres                                             |

|                                   |                                                                                                                           |                                               |                        |                                                      |                                        |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------|
|                                   |                                                                                                                           |                                               |                        | triptofano de los alimentos                          | 19 a 50 a: 15 mg, mujeres >50 a: 13 mg |
| B <sub>6</sub> (piridoxina)       | Metabolismo de los aminoácidos y síntesis del hem, excitabilidad neuronal, reduce los niveles de homo- cisteína en sangre | Anemia, queilosis dermatitis                  | Neurotoxicidad         | Carne, aves, pescado, granos, soya, plátanos, nueces | Varones 2 mg mujeres 1.6 mg,           |
| B <sub>12</sub> (cianocobalamina) | Síntesis de AD (con B <sub>12</sub> ), reduce los niveles de homocisteína en sangre                                       | Anemia megaloblástica, neuropatías            | Ninguno                | Carne (en especial hígado), aves, pescado, lácteos,  | 2 µg                                   |
| Acido fólico                      | Síntesis de AD (con B <sub>12</sub> ), reduce los niveles de homocisteína en sangre                                       | Anemia megaloblástica, defectos al nacimiento | Ninguno                | Vegetales, leguminosas, ranos fruta, aves, carne     | 200 µg*                                |
| Biotina                           | Procesos metabólicos                                                                                                      | Rara                                          | Ninguno                | Muchos alimentos                                     | 30-100 µg                              |
| Acido pantoténico                 | Procesos metabólicos                                                                                                      | Rara                                          | Ninguno                | Muchos alimentos                                     | 4-7 mg                                 |
| C (ácido ascórbico)               | Síntesis de colágena, posible protección contra ciertas neoplasias                                                        | Escorbuto                                     | Nefrolitiasis, diarrea | Frutas, vegetales verdes, papas cereales,            | 60 mg                                  |
| D (calciferol)                    | Absorción intestinal de calcio                                                                                            | Osteomalacia y raquitismo                     | Hipercalcemia          | Lácteos enriquecidos, pescados grasos, yema          | 5 µg (200 UI)                          |

|                    |                                                                                      |                      |                                               |                                                                                       |                              |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
|                    |                                                                                      |                      |                                               | de huevo,<br>hígado                                                                   |                              |
| E (alfa-tocoferol) | Reduce la peroxidación de ácidos grasos, posible protección contra la aterosclerosis | Rara                 | Antagonismo de la vitamina K, nueces, cefalea | Aceite vegetal, germen de trigo, brócoli                                              | Varones: 10 mg, mujeres 8 mg |
| K                  | Síntesis de factores de la coagulación VII, IX, X y quizá V                          | Diátesis hemorrágica | Ninguno                                       | Hojas de vegetales verdes (K <sub>1</sub> ), bacterias intestinales (K <sub>2</sub> ) | Varones 80 µg, mujeres 65 Mg |

\*Se recomiendan 400 Mg para las mujeres en edad reproductiva.  
LAD- lipoproteína de alta densidad, UI- unidades internacionales, LBD- lipoproteína de baja densidad, RDR- ración dietética recomendada, ER- equivalentes de retinol

Las personas con nutrición subóptima y las que eligen tomar suplementos deben recibir dosis razonables de vitaminas por medio de una sola tableta multivitamínica al día. Aunque las dosis más altas de vitaminas no han demostrado ser benéficas para la salud, algunas personas pueden elegir recibir dosis altas de vitamina E (100 a 400 U/día) o vitamina C (250 a 500 mg/día), en especial si tienen riesgo alto de enfermedad cardiovascular. Los vegetarianos estrictos deben recibir vitamina B<sub>12</sub> en las cantidades diarias recomendadas (2 µg). Los pacientes con trastornos que alteren la absorción de las vitaminas o su disponibilidad requieren dosis terapéuticas. Las personas con dislipidemias que no responden a la dieta y al ejercicio pueden beneficiarse al recibir dosis farmacológicas de niacina (750 a 3,000 mg/día en dosis divididas) pero se requiere vigilancia médica para evaluar su eficacia y toxicidad. El uso de las llamadas megadosis de vitaminas no tiene ninguna justificación. Las marcas caras y las preparaciones llamadas totalmente naturales no son más eficaces que las otras preparaciones genéricas. En cualquier caso, los suplementos de vitaminas nunca deben usarse como sustituto para una dieta sana y balanceada que proporcione cantidades abundantes de alimentos ricos en vitaminas.

## MINERALES

Aunque los minerales son los compuestos más simples desde el punto de vista químico, su función en el metabolismo y la salud es compleja. Por lo menos 16 minerales son esenciales para la salud [ver tabla 4]; 10 se clasifican como oligoelementos porque se requieren solo cantidades muy pequeñas. Otros

minerales, como el boro, níquel, vanadio y silicón, son esenciales para varios animales de experimentación, pero no se ha demostrado que sean necesarios para los humanos. La mayoría de los norteamericanos obtienen cantidades adecuadas de vitaminas de sus dietas, pero muchos consumen muy pocos minerales de un tipo (v.gr., calcio y hierro) o demasiado de otros (v.gr., sodio).

**Tabla 4 Minerales esenciales y oligoelementos**

| <i>Minerales y elementos</i> | <i>RDR/IDDESA para individuos sanos</i>                                           |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Macrominerales</i>        |                                                                                   |
| Calcio                       | Mujeres 1200 mg, varones 800 mg                                                   |
| Fósforo                      | 800 mg                                                                            |
| Magnesio                     | Mujeres 280 mg, varones 350 mg                                                    |
| Sodio                        | 1,100-3,300 mg                                                                    |
| Potasio                      | 1,875-5,625 mg                                                                    |
| Cloro                        | 1,700-5,100 mg                                                                    |
| <i>Oligoelementos</i>        |                                                                                   |
| Hierro                       | Mujeres <- 50 a: 11-50 mg, mujeres > 50 a: 10 mg, varones: 10 mg                  |
| Zinc                         | Mujeres 12 mg, varones 15 mg                                                      |
| Yodo                         | 150 µg                                                                            |
| Cobre                        | 1.5-3.0 mg                                                                        |
| Manganeso                    | 2-5 mg                                                                            |
| Flúor                        | 1.5-4.0 mg                                                                        |
| Cromo                        | 50-200 µg                                                                         |
| Molibdeno                    | 75-250 µg                                                                         |
| Selenio                      | Mujeres 55 µg, varones 70 µg                                                      |
| Cobalto                      | Se requiere en pequeñas cantidades como componente de la vitamina B <sub>12</sub> |

IDDESA- ingesta dietética diaria estimada como segura y adecuada RDR- requerimiento diario recomendado

## *Sodio*

El organismo puede conservar sodio con tanta eficacia que se requiere una cantidad muy pequeña en la dieta. El Consejo de Alimentación y Nutrición de la Academia Nacional de Ciencia de los Estados Unidos calcula que no se requiere ingerir más de 500 mg de sodio al día. La dieta norteamericana promedio contiene más de 4,000 mg por día.

Los estudios de población demuestran en forma concluyente que la mayor ingesta de sodio aumenta la presión arterial, en especial en ancianos.<sup>27</sup> La reducción en el sodio de la dieta debe disminuir la incidencia de eventos cerebrovasculares en 26 por ciento y de enfermedad arterial coronaria en 15 por ciento.<sup>28</sup> La ingesta elevada de sodio también aumenta la excreción urinaria de calcio, lo que aumenta el riesgo de osteoporosis.<sup>29</sup>

No existe una RDR para el sodio y se requieren estudios clínicos controlados para demostrar que la restricción de este elemento es benéfica en las personas normotensas. Hasta que se disponga de esta información, la *American Heart Association* recomienda que el consumo diario de sodio no exceda 2,400 mg,<sup>5</sup> y la Academia Nacional de Ciencia propone un máximo de 2,000. Los pacientes con enfermedades como hipertensión, insuficiencia cardíaca congestiva, cirrosis y síndrome nefrótico pueden beneficiarse al disminuir en forma importante su ingesta de sodio.

Alrededor del 80 por ciento del sodio de la dieta proviene de alimentos procesados. Los médicos deben revisar estas fuentes ocultas de sal con los pacientes en quienes deba restringirse el sodio.

## *Calcio*

El calcio de la dieta reduce el riesgo de osteoporosis. La ingesta de calcio en la dieta está relacionado en forma inversa con la presión arterial,<sup>30</sup> y el consumo de leche se relaciona en forma inversa con el riesgo de eventos cerebrovasculares.<sup>31</sup> Aunque los suplementos de calcio reducen el riesgo de hipertensión inducida por el embarazo y preclampsia,<sup>32</sup> solo causan reducciones pequeñas en la presión arterial sistólica en los adultos no embarazados.<sup>33</sup> La hipótesis de que el calcio de la dieta es protector contra el cáncer de colon no ha sido demostrada.<sup>34</sup>

Aunque menos del 50 por ciento de los norteamericanos consumen la RDR de calcio [ver tabla 4], el Panel de Consenso de los NIH ha recomendado cantidades más altas: 1,000 mg/día para varones de 25 a 65 años, mujeres de 25 a 50 años y mujeres de 50 a 65 años que reciban estrógenos; 1,200 mg/día durante el embarazo y la lactancia, y 1,500 mg/día para las mujeres posmenopáusicas que no reciben estrógenos y para todas las personas mayores de 65 años.<sup>35</sup>

Las personas que no consumen suficiente calcio en los alimentos deben recibir un suplemento en forma de carbonato o citrato de calcio. Las dietas altas en calcio no aumentan el riesgo de nefrolitiasis,<sup>36</sup> pero

las sobredosis prolongadas de suplementos pueden producir hipercalcemia (síndrome de leche-álcali) o nefrolitiasis.

### *Hierro*

La deficiencia de hierro es la causa más común de anemia. En los Estados Unidos, nueve a 11 por ciento de las mujeres en edad reproductiva tienen deficiencia de hierro y dos a cinco por ciento tienen anemia por este motivo, pero solo uno por ciento de los varones tiene deficiencia de hierro.<sup>37</sup> Se recomienda la administración rutinaria de suplementos de hierro solo para los lactantes y mujeres embarazadas. Las fuentes dietéticas deben proporcionar cantidades adecuadas de hierro para el resto de las personas sanas.

La ingesta elevada de hierro es dañina para los pacientes con hemocromatosis y para otros con riesgo de sobrecarga de hierro. Un estudio finlandés que mostró un menor riesgo de infarto del miocardio en los donadores de sangre varones<sup>38</sup> puede revivir el interés hacia un estudio previo que asociaba los niveles altos de hierro con el riesgo cardíaco.<sup>39</sup> Sin embargo, los estudios americanos no han confirmado estas observaciones y un estudio americano indicó una posible asociación inversa entre las reservas de hierro y la mortalidad por enfermedad cardiovascular y otras causas.<sup>40</sup>

### *Potasio*

El potasio de la dieta se relaciona en forma inversa con la presión arterial,<sup>41</sup> la restricción de potasio aumenta la presión arterial en pacientes con hipertensión esencial,<sup>42</sup> y su incremento reduce los requerimientos de medicamentos en los pacientes con hipertensión bien controlada.<sup>43</sup> Aunque los suplementos de potasio pueden ayudar en el tratamiento de la hipertensión,<sup>44</sup> los datos actuales no justifican el uso rutinario de los mismos. Los médicos deben alentar una dieta alta en potasio en los individuos sanos, pero puede ser necesario reducir el potasio de la dieta en pacientes con enfermedad renal u otros trastornos que causen hipercalcemia.

### *Selenio*

El selenio es un cofactor de la enzima depuradora de radicales libres glutatión peroxidasa. Un estudio reciente reportó que los suplementos de selenio, 200 µg/día, parecen reducir la incidencia y mortalidad por varios cánceres.<sup>45</sup> Los niveles de selenio en sangre se han asociado en forma inversa con mortalidad por enfermedad coronaria.<sup>46</sup> Sin embargo, estos datos son preliminares y no apoyan aún el uso de suplementos de selenio, que pueden ser tóxicos en dosis altas. El selenio está presente en muchos alimentos, incluyendo jitomate, aves, mariscos, ajo, carne, yema de huevo y granos que han crecido en suelo rico en selenio.

### *Cromio*



Aunque el cromo participa en el metabolismo de la glucosa, no existen bases científicas para apoyar que los suplementos de cromo contribuyan a perder peso o tener mayor energía. Estos pueden ser benéficos en pacientes con niveles de colesterol de LAD bajos,<sup>47</sup> aunque se requieren más estudios al respecto. Las fuentes dietéticas de cromo incluyen levadura de cerveza, granos enteros, leguminosas, cacahuates y carnes.

### *Magnesio*

La deficiencia de magnesio es común en diabéticos, alcohólicos, pacientes que reciben diuréticos y personas hospitalizadas. Las personas con hipomagnesemia pueden requerir suplementos de magnesio, pero para el resto es suficiente con la ingesta de alimentos con vegetales verdes, granos enteros, plátanos, duraznos, leguminosas, nueces, soya y alimentos marinos.<sup>48</sup>

### AGUA

En promedio, los adultos consumen alrededor de 2 L/día de agua, dos terceras partes provienen de las bebidas y el resto de los alimentos. Las personas sanas no tienen que vigilar su ingesta de agua. Los pacientes con trastornos como nefrolitiasis e infecciones de vías urinarias pueden beneficiarse al aumentar la ingesta, y las personas con riesgo de hiponatremia deben restringir su consumo.

### ALIMENTOS

Las personas suelen seleccionar sus alimentos por motivos sociales, psicológicos, culturales y estéticos, más que por su valor nutricional y los beneficios sobre su salud. Los médicos deben educar a sus pacientes sobre la nutrición básica y ayudarles a cambiar sus hábitos nutricionales hacia una dieta más saludable.

### *Frutas y vegetales*

Las frutas y vegetales proporcionan muchos de los nutrientes deseables, incluyendo carbohidratos complejos, fibra, vitaminas y minerales. Los vegetales verde oscuro y amarillo-naranja pueden ser especialmente benéficos por sus carotenoides, y los cítricos son valiosos por su contenido en vitamina C, fibra soluble y potasio. Los vegetales crucíferos, como la col, pueden reducir el riesgo de ciertos cánceres. Los vegetales y las frutas son bajos en sodio y calorías, ninguno contiene colesterol y solo el coco, el aceite de palma y la mantequilla de cocoa contienen grasas saturadas.

Los resultados de estudios de casos y controles y de cohortes sugieren en forma evidente que el consumo de frutas y vegetales está inversamente relacionado con el riesgo de enfermedad arterial coronaria, eventos cerebrovasculares, neoplasias de los tractos respiratorio y digestivo y la mortalidad por todas las causas.<sup>49</sup> Un estudio de intervención dietética demostró que la dieta rica en vegetales, frutas y productos lácteos bajos en grasa puede reducir en forma sustancial la presión arterial.<sup>50</sup> Los lineamientos dietéticos

del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos recomiendan comer dos a cuatro porciones de fruta y tres a cinco porciones de vegetales al día. En la actualidad, solo el 32 por ciento de los norteamericanos cumplen con este estándar.<sup>51</sup>

### *Leguminosas*

Con frecuencia desdeñadas por la dieta occidental, las leguminosas (friol, chícharo y lentejas) son ricas en carbohidratos complejos, hierro y vitaminas B. Son una fuente excelente de fibra en la dieta, incluyendo fibra soluble que puede disminuir los niveles de colesterol en sangre.<sup>52</sup> Debido a su alto contenido proteico, son un excelente sustituto de la carne. La proteína de soya puede reducir los niveles de colesterol en sangre, pero se requiere una cantidad relativamente alta.<sup>53</sup>

Las leguminosas pueden aumentar el gas intestinal, causando meteorismo, flatulencia y cólicos. Las molestias pueden disminuirse usando la preparación de alfa-galactosidasa Beano.

### *Granos*

Los frutos de los granos, que contienen las semillas, están formados por tres capas: el germen interno, que contiene vitaminas y grasas poliinsaturadas, el endosperma medio, que contiene carbohidratos complejos, y la capa exterior, que contiene fibra dietética. Debido a que con la molienda se elimina la capa exterior y el endosperma, los granos enteros son superiores desde el punto de vista nutricional que los refinados. La harina integral puede usarse para hacer cereales, productos horneados e incluso pasta. Los granos enteros como el arroz salvaje y la polenta, se preparan con facilidad y son muy saludables. La avena<sup>52</sup> y la cebada<sup>54</sup> contienen fibra soluble que puede reducir los niveles de colesterol en sangre.

### *Carne y aves*

Aunque la carne es fuente de proteína, vitaminas, hierro y otros minerales, su alto contenido en grasa saturada, colesterol y calorías la convierte en un alimento potencialmente poco sano. Los pacientes que comen carne deben elegir cortes magros, quitar la grasa visible y emplear métodos de cocción que la eliminen, más que agregar grasa. Es incluso más adecuado reducir la cantidad de carne que se consume disminuyendo el tamaño de la porción y la frecuencia. Una cantidad adecuada es comer 4 onzas una a tres veces por semana.

Las aves constituyen una fuente de proteínas y otros nutrientes más saludable. El pollo y el pavo son los mejores, pero debe retirarse la piel antes de cocinarse para disminuir su contenido de grasa.

### *Lácteos y huevos*

Para disminuir la ingesta de grasa saturada y colesterol, deben consumirse productos lácteos sin grasa o bajos en grasa en lugar de leche entera. Debe limitarse el uso de sustitutos de crema, imitación queso,

margarina y otros productos que contienen ácidos grasos *trans* en aceites vegetales parcialmente hidrogenados. También debe evitarse el consumo de yema de huevo; una yema contiene la cantidad total de colesterol que se recomienda para todo un día. La clara de huevo y los sustitutos de huevo son buenas alternativas.

### *Pescado*

Un estudio de 1997 reportó que los participantes que consumieron 245 g o más de pescado por semana lograron una reducción del 38 por ciento en los infartos al miocardio fatales durante un periodo de 30 años.<sup>55</sup> Aunque por lo menos otros tres estudios observacionales no encontraron que el consumo de pescado fuera protector, un estudio intervencionista de 1989 que distribuyó a 2,033 sobrevivientes de un infarto del miocardio en un grupo con la atención habitual y otro que además consumió pescado, encontró que el consumo de dos o tres comidas con pescado por semana redujo la mortalidad a siete años en 29 por ciento.<sup>56</sup> El consumo de pescado se ha relacionado también con menor riesgo de paro cardíaco primario,<sup>57</sup> hipertensión<sup>58</sup> y eventos cerebrovasculares.<sup>59</sup>

Una cantidad tan pequeña como 4 onzas de pescado por semana puede proporcionar protección. El pescado puede ser horneado, a las brasas, hervido o cocido, más que frito, y deben evitarse las salsas con alto contenido de grasa. Debido a su alto contenido de ácidos grasos omega-3, son mejores los peces aceitosos de aguas profundas. Se requieren más estudios para confirmar el valor de comer pescado y definir los tipos y cantidades óptimas.

### *Aceites para cocinar*

El aceite de canola contiene un ácido graso omega-3, el ácido alfa-linolénico. Los niveles séricos altos de ácidos alfa-linolénico se han asociado con un menor riesgo de eventos cerebrovasculares,<sup>9</sup> y el consumo de aceite de canola está inversamente relacionado con el riesgo de infarto del miocardio.<sup>8</sup> El aceite de canola y el de olivo tienen alto contenido de ácidos grasos monoinsaturados resistentes a la oxidación. El aceite de olivo puede ser un elemento cardioprotector en la dieta Mediterránea<sup>60</sup> y quizá también reduzca el riesgo de cáncer de mama.<sup>61</sup> Aunque se requieren más estudios, los aceites de canola y olivo parecen ser los más adecuados para la preparación de alimentos.

### *Nueces*

Las nueces son ricas en ácidos grasos monoinsaturados, poliinsaturados y fibra. El consumo de nueces parece relacionarse en forma inversa con el riesgo de enfermedad coronaria.<sup>62</sup> Los experimentos sobre alimentación demuestran que las nueces pueden ayudar a mejorar los niveles de colesterol en sangre.<sup>63</sup>

### *Ajo*

Estudios médicos sobre el ajo han dado resultados mixtos. Algunos estudios controlados<sup>64</sup> y meta-

análisis<sup>65</sup> sugieren que los extractos de ajo pueden mejorar los niveles de colesterol en sangre, pero otros no.<sup>66</sup> Los beneficios potenciales del ajo sobre la presión arterial y la coagulación son aún menos claros. Un estudio reciente sugiere que la coadministración de ajo y suplementos de aceite de pescado mejora los niveles de lípidos.<sup>67</sup>

### *Alimentos ricos en flavonoides*

Los flavonoides son antioxidantes polifenólicos que se encuentran en diversos vegetales, incluyendo manzanas, cebollas, té y vino tinto. Aunque no todos los estudios están de acuerdo, el consumo de estos alimentos se ha relacionado en forma inversa con el riesgo de enfermedad coronaria<sup>68</sup> y eventos cerebrovasculares.<sup>69</sup>

### *Alcohol*

Aunque no se considera un nutriente, el alcohol debe tomarse en cuenta al realizar las recomendaciones dietéticas. El alcohol, que contiene 7 cal/g, es un alimento muy calórico. Numerosos estudios han demostrado que el consumo de cantidades bajas a moderadas de alcohol reduce sustancialmente el riesgo de enfermedad coronaria,<sup>70</sup> enfermedad vascular periférica<sup>71</sup> y mortalidad por todas las causas.<sup>72</sup> El principal mecanismo de protección consiste en la capacidad del alcohol de aumentar los niveles de colesterol de LAD, también contribuyen los efectos favorables sobre los mecanismos de la coagulación sanguínea. Las dosis protectoras de alcohol consisten en una a dos bebidas al día; 5 oz. de vino, 12 oz. de cerveza o 1.5 oz. de licor se consideran como una bebida. A pesar de su contenido antioxidante, el vino tinto no es más protector que otras bebidas alcohólicas.<sup>70</sup>

### *Café*

Los estudios no han podido confirmar una asociación entre la cafeína y las úlceras pépticas, la hipertensión, la enfermedad arterial coronaria, la enfermedad mamaria o el cáncer.<sup>73</sup> La cafeína puede desencadenar migraña en los individuos sensibles y la supresión por cafeína puede precipitar cefaleas o depresión en los consumidores habituales. La cafeína puede ocasionar ansiedad, insomnio y reflujo gastroesofágico. El café hervido puede aumentar los niveles de colesterol en sangre, pero el filtrado no. Los efectos de la cafeína durante el embarazo no se conocen del todo, pero es aconsejable evitar un consumo abundante.<sup>74</sup> La restricción de cafeína no disminuye las palpitaciones en los pacientes con extrasístoles ventriculares idiopáticas.<sup>75</sup>

## DIETA Y SALUD

Aún queda mucho por aprender sobre la compleja relación entre nutrición, salud y enfermedad. Las preferencias dietéticas no son menos complejas e individuales. Incluso con esta incertidumbre y variables, los médicos tienen un papel importante en la educación de los pacientes para proporcionarles

normas dietéticas para una nutrición saludable [ver tabla 5].

**Tabla 5 Lineamientos dietéticos para personas sanas**

- Comer más productos vegetales que animales
- Comer más alimentos frescos y hechos en casa que procesados
- Menos del 30% de las calorías deben provenir de la grasa
- Limitar el colesterol a menos de 300 g por día
- Comer por lo menos 25 g de fibra al día
- 55 a 65% de las calorías deben provenir de carbohidratos complejos
- 10-15% de las calorías deben provenir de proteínas
- Limitar el sodio a menos de 2,400 mg por día
- Ingerir 1,200 a 1,500 mg de calcio por día a partir de alimentos o suplementos
- Comer 6 o más raciones de productos de grano por día
- Comer 3 a 5 raciones de vegetales y legumbres por día
- Comer 2 a 4 raciones de fruta por día
- Comer dos porciones de 4 onzas de pescado por semana
- No comer más de dos porciones de 4 onzas de carne roja por semana
- El pollo y el pavo deben comerse con moderación quitándole la piel
- No comer más de una yema de huevo por día, incluyendo las usadas para cocinar y hornear
- Usar aceites vegetales, de preferencia de olivo y canola, con moderación
- No tomar más de dos bebidas alcohólicas por día
- Ajustar la ingesta calórica y el ejercicio a un nivel que mantengan el peso corporal deseado
- Evitar las dietas por moda y los esquemas de nutrición extremos y no convencionales
- Evitar los suplementos nutricionales no probados, incluyendo las megavitaminas, las hierbas, los extractos de carne y los aminoácidos

## Ejercicio

Numerosos estudios observacionales han demostrado una relación inversa relacionada con la dosis entre la actividad física habitual y el riesgo para muchas de las enfermedades crónicas que afligen a las personas en sociedades industrializadas. El efecto protector del ejercicio es más fuerte contra la enfermedad coronaria, pero también es significativo contra la hipertensión, los eventos cerebrovasculares, la diabetes tipo II, la obesidad, la ansiedad, la depresión, la osteoporosis y las neoplasias del colon, mama y aparato reproductor femenino. A pesar de estos beneficios demostrados, solo el 22 por ciento de las personas en los Estados Unidos realizan ejercicio en el grado recomendado. De todas las muertes que ocurren en ese país, hasta el 12 por ciento, que son alrededor de 250,000 por año,

pueden atribuirse al estilo de vida sedentario.<sup>76</sup>

## FISIOLOGIA DEL EJERCICIO

Los efectos fisiológicos del ejercicio dependen del tipo de ejercicio, su intensidad, su duración y frecuencia. El ejercicio es isométrico o isotónico. La contracción isométrica del músculo se caracteriza por un aumento en la tensión muscular sin un cambio significativo en la longitud de las fibras. No se realiza trabajo externo pero se consume una cantidad importante de energía. Ejemplos de trabajo isométrico incluyen ejercicios de empuñadura, empujar o jalar contra una resistencia fija y sostener una pesa. Por el contrario, el trabajo isotónico incluye acortamiento de las fibras musculares con poco incremento en la tensión, y son ejemplos la natación, la bicicleta y la carrera. La mayoría de los ejercicios incluyen elementos tanto isométricos como isotónicos.

Los ejercicios isométricos e isotónicos difieren de modo sustancial en sus efectos fisiológicos. El trabajo isométrico aumenta la resistencia periférica total, tanto la presión arterial sistólica como la diastólica aumentan en forma importante, con un incremento relativamente pequeño en el volumen latido o el gasto cardiaco. El trabajo isotónico reduce la resistencia periférica total, pero la frecuencia y el gasto cardiacos aumentan. La presión arterial sistólica aumenta de modo importante, pero la presión diastólica cambia poco, lo que produce un incremento pequeño en la presión arterial media. El trabajo isométrico constituye una carga de presión sobre el corazón, mientras que el isotónico impone una carga de volumen.

El ejercicio isométrico aumenta la resistencia y la masa muscular. Los pacientes sometidos a rehabilitación por las lesiones musculoesqueléticas pueden beneficiarse con los ejercicios isométricos, en especial cuando la inmovilidad articular limita el ejercicio dinámico. Sin embargo, los ejercicios estáticos producen acondicionamiento cardiovascular mínimo y las demandas circulatorias del trabajo isométrico pueden ser riesgosas para los pacientes con cardiopatía. Por el contrario, los ejercicios dinámicos aumentan la resistencia y pueden producir cambios cardiovasculares adaptativos. Por lo tanto, los ejercicios isotónicos serán el foco de este análisis.

### *Respuesta cardiovascular al ejercicio dinámico*

La respuesta circulatoria aguda al ejercicio dinámico máximo consiste en un aumento dramático del gasto cardiaco, de alrededor de 5 L/min a 20 L/min en el varón joven y sano. El aumento del gasto cardiaco es causado por un incremento del 300 por ciento en la frecuencia cardiaca. Este mayor transporte de oxígeno es equilibrado con un incremento del triple en su extracción periférica. Las resistencias periféricas totales caen y la sangre es desplazada de los músculo que no trabajan y las vísceras hacia los músculos que se ejercitan y a la circulación coronaria, en donde el flujo aumenta cuatro veces.

La intensidad del ejercicio isotónico puede expresarse en función de la captación de oxígeno, en términos

absolutos o como un porcentaje de la captación máxima de oxígeno (VO<sub>2</sub>MAX). Con cargas de trabajo intensas (80 a 90 por ciento del máximo) el músculo esquelético demanda más oxígeno de lo que puede administrarse, causando un desplazamiento hacia el metabolismo anaeróbico. En las personas sanas con cargas de trabajo submáximas, la relación entre la frecuencia cardíaca y la captación de oxígeno (o carga de trabajo) es casi lineal. Sin embargo, la frecuencia cardíaca máxima depende de la edad, no de la máxima captación de oxígeno. Como regla, la frecuencia cardíaca máxima de un individuo puede calcularse restando su edad de 220.

Las adaptaciones fisiológicas producidas por el ejercicio dinámico regular se conocen en conjunto como efecto de acondicionamiento. La magnitud del efecto de acondicionamiento depende de la intensidad, duración y frecuencia del ejercicio. El acondicionamiento requiere del uso rítmico y repetitivo de grupos musculares grandes durante periodos prolongados. Este puede desarrollarse y mantenerse en los adultos sanos con tres a cinco sesiones de ejercicio por semana. Cada sesión debe incluir trabajo isotónico a 50 a 85 por ciento de la VO<sub>2</sub>MAX (60 a 90 por ciento de la frecuencia cardíaca máxima) en forma continua durante 15 a 60 minutos.<sup>77</sup> Es obvio que las personas sedentarias y los pacientes con enfermedad cardiopulmonar deben iniciar a menor intensidad y duración, e incrementar en forma progresiva.

Quizá el efecto más obvio del acondicionamiento es la bradicardia en reposo, son comunes las frecuencias cardíacas de 40 a 50 latidos/min entre los atletas de alta resistencia. Los mecanismos responsables no se comprenden del todo, pero parecen incluir aumento del tono vagal y menor actividad simpática. Las personas entrenadas también tienen menor frecuencia cardíaca con cargas de trabajo submáximas que los sujetos controles sedentarios. Debido a que se mantiene el gasto cardíaco, se requiere un mayor volumen latido para permitir estas frecuencias cardíacas bajas.

La mejor medición global del efecto del entrenamiento y de acondicionamiento físico es la VO<sub>2</sub>MAX. El consumo de oxígeno se relaciona en forma directa con la cantidad de trabajo muscular. Por lo tanto, la máxima captación de oxígeno refleja una capacidad de trabajo máxima. Muchos factores determinan la VO<sub>2</sub>MAX, incluyendo la edad, género, masa corporal magra, genética y, más importante, nivel de ejercicio habitual. Solo tres semanas de reposo en cama causarán un 20 a 25 por ciento de reducción en la VO<sub>2</sub>MAX. No es de extrañar que los pacientes estén debilitados después de estar confinados a la cama por una enfermedad o tratamiento. Por el contrario, el entrenamiento regular que dura semanas o meses aumenta en mucho la VO<sub>2</sub>MAX. Las personas sedentarias sanas que comienzan a realizar ejercicio pueden esperar un 30 a 40 por ciento de incremento en su VO<sub>2</sub>MAX, pero estos individuos no alcanzarán los niveles logrados por los atletas de renombre mundial a menos que tengan la capacidad genética necesaria.

En el efecto de acondicionamiento participan adaptaciones tanto centrales (cardíacas) como periféricas (musculares). En los individuos sanos, el acondicionamiento produce cambios dramáticos en la estructura cardíaca. Las dimensiones de todas las cavidades cardíacas aumentan en un 20 por ciento, y la masa miocárdica puede aumentar hasta en un 70 por ciento.<sup>78</sup> Los estudios en animales han sugerido también que el ejercicio produce aumento en el tamaño de las arterias coronarias y en la densidad de los



capilares miocárdicos.<sup>79</sup> Aunque no se ha demostrado un mayor flujo coronario y colateralización en forma directa en humanos, los estudios ecocardiográficos muestran que los atletas destacados tienen mayor tamaño de las arterias coronarias proximales, que es proporcional al incremento en la masa ventricular izquierda.<sup>80</sup> La función cardíaca también aumenta con el entrenamiento, aumentan la contractilidad ventricular izquierda y el volumen latido, y los estudios angiográficos han demostrado mayor capacidad de dilatación en las arterias coronarias de los atletas de alta resistencia.<sup>81</sup>

Además de estos cambios cardíacos que permiten un mayor aporte de oxígeno, existe una extracción periférica de oxígeno más eficaz. La mejor utilización de oxígeno depende tanto de la redistribución del flujo sanguíneo a partir de áreas de extracción baja (circulación esplácnica) a áreas de extracción elevada (músculo en ejercicio) y de la mayor extracción del oxígeno por los músculos esqueléticos en sí. Este efecto sobre el músculo esquelético es específico para los músculos que han sido entrenados. Si solo los músculos de las piernas son acondicionados, la respuesta circulatoria al ejercicio extenuante mejorará en esta área, pero la respuesta al ejercicio vigoroso en brazos no cambiará.

El entrenamiento con ejercicio disminuye el riesgo de hipertensión. Por ejemplo, en un estudio de casi 15,000 alumnos varones de Harvard, las personas sedentarias tuvieron un riesgo 35 por ciento mayor de hipertensión que los que realizaron deportes vigorosos.<sup>82</sup> También se ha demostrado reducción constante en la presión arterial en las personas hipertensas. Un meta-análisis de 36 estudios controlados intervencionistas concluyó que el entrenamiento con ejercicio isotónico reduce tanto la presión sistólica como la diastólica en alrededor de 5 mm Hg.<sup>83</sup> El ejercicio regular puede incluso disminuir la hipertrofia ventricular izquierda y la presión arterial en los pacientes con hipertensión severa.<sup>84</sup> Un efecto adicional del ejercicio es la reducción en los niveles de catecolaminas, que puede proteger contra las arritmias. El acondicionamiento reduce también las demandas miocárdicas de oxígeno.<sup>85</sup>

Aunque el ejercicio isotónico reduce la presión arterial en reposo, el ejercicio isométrico aumenta la resistencia periférica total y eleva en forma aguda la presión arterial. Sin embargo, la hipertensión en reposo sostenida no es una complicación del entrenamiento de resistencia,<sup>86</sup> y el entrenamiento de resistencia de intensidad moderada puede incluso disminuir la presión arterial en reposo.<sup>87</sup> Debe evitarse el ejercicio isométrico no supervisado en los pacientes con enfermedad cardiovascular, e incluso el cargar peso en las manos al caminar puede producir una respuesta presora indeseable.<sup>88</sup> Sin embargo, con supervisión y vigilancia adecuada, el entrenamiento de resistencia puede ser seguro en algunos pacientes cardíacos<sup>89</sup> y producir efectos favorables sobre la función muscular.

### *Respuesta pulmonar*

Excepto en las personas con enfermedad pulmonar intrínseca, la capacidad de difusión pulmonar no limita el ejercicio. Debido a que esta aumenta el consumo celular de oxígeno y la producción de bióxido de carbono, el intercambio pulmonar de gases debe aumentar con el ejercicio. La ventilación minuto aumenta en forma lineal con la captación de O<sub>2</sub> y la producción de CO<sub>2</sub> hasta llegar a un nivel de carga de trabajo extrema. A este nivel, las demandas de oxígeno del músculo esquelético exceden el aporte del



mismo. Como resultado, el metabolismo muscular se vuelve anaeróbico, y se genera energía por glucólisis, más que por oxidación de la glucosa. El ácido láctico que se acumula es amortizado a bicarbonato, de modo que el pH permanece casi normal. Sin embargo, se libera CO<sub>2</sub> por la reacción de amortización. El exceso de CO<sub>2</sub> actúa sobre los cuerpos carotídeos y los quimiorreceptores centrales para producir un aumento en el estímulo ventilatorio y la taquipnea. Los atletas saben que han pasado el umbral anaeróbico por un incremento marcado en la frecuencia respiratoria y sensación de disnea.<sup>90</sup>

El ejercicio habitual no mejora la función pulmonar en las personas sanas, pero el acondicionamiento puede ser útil en los pacientes con enfermedad pulmonar crónica por adaptaciones en los músculos, más que en los pulmones.<sup>91</sup>

### *Respuesta musculoesquelética*

El músculo esquelético humano consiste en fibras rojas y blancas. Las fibras rojas (tipo I) tienen un alto contenido de mioglobina, muchas mitocondrias, gran capacidad oxidativa y un nivel bajo de enzimas glucolíticas, su tiempo de contracción es lento. Por el contrario, las fibras blancas (tipo II) tienen una respuesta contráctil más rápida, menor contenido de mioglobina, menos mitocondrias, una menor capacidad oxidativa y niveles mayores de enzimas glucolíticas y de actividad de la adenosina trifosfatasa (ATPasa) de miosina. Parece ser que las fibras blancas están mejor adaptadas para ejercicio de gran intensidad y corta duración, mientras que las fibras rojas son más adecuadas para trabajo prolongado a menor intensidad.

Los ejercicios isotónicos aumentan la resistencia muscular. El entrenamiento puede aumentar las mitocondrias musculares y la capacidad oxidativa más de dos veces. Debido a que también aumenta la densidad capilar, el tiempo promedio de tránsito de la sangre en el músculo se mantiene a pesar de un mayor volumen de flujo. Sin duda estos cambios contribuyen a una mayor extracción de oxígeno (diferencia arteriovenosa de O<sub>2</sub>), un elemento importante del efecto de acondicionamiento.

El entrenamiento isométrico aumenta la fuerza muscular, lo que mejora el desempeño y puede disminuir la frecuencia de lesiones. Los ejercicios isométricos que incluyen repeticiones lentas de trabajo contra resistencia producen hipertrofia de las fibras y de la resistencia, pero no alteran el tipo de las fibras o su contenido enzimático.

Los ejercicios de calentamiento pueden ayudar a evitar lesiones al incrementar la flexibilidad. Los ejercicios de calentamiento para todas las formas de ejercicio extenuante, que varían desde la rutina de los atletas de competencia hasta las sesiones de rehabilitación cardíaca, deben incluir una rutina de estiramiento. En forma semejante, cada sesión de entrenamiento debe concluir con un periodo de enfriamiento.

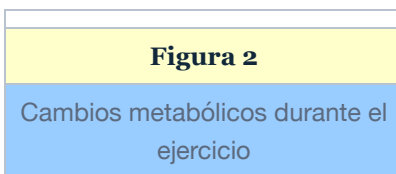
El ejercicio afecta los tejidos además de los músculos. De gran importancia es que los ejercicios con peso aumentan la densidad mineral ósea, reduciendo el riesgo de osteoporosis. Las acciones repetitivas de los

atletas mejoran la coordinación y eficacia, estos cambios pueden deberse en parte a reclutamiento neuromuscular. La resistencia de los tendones y la densidad ósea aumentan como resultado del uso repetitivo. El uso excesivo de las articulaciones y los desgarros musculares pueden constituir un problema, pero es probable que mientras no exista traumatismo, el ejercicio habitual no produzca enfermedad articular degenerativa.

### *Efectos metabólicos*

El músculo esquelético contiene un almacén muy limitado de compuestos fosfato de alta energía. El adenosín trifosfato (ATP) y el creatín fosfato (CP) pueden aportar menos energía de la que se consume en una carrera de 100 yardas. Es claro que deben generarse ATP y CP durante el ejercicio. Solo tres fuentes de energía están disponibles para el músculo esquelético con este fin: el glucógeno muscular endógeno, la glucosa en sangre y los ácidos grasos libres (AGL) derivados de triglicéridos musculares o de tejido adiposo. En condiciones normales, el músculo esquelético del organismo contiene solo 120 g de glucógeno y el hígado solo 70 g. Las 600 kcal de energía disponibles a partir de estas dos fuentes pueden mantener solo una carrera de seis millas. La glucosa en sangre proporciona solo 40 kcal más. Por el contrario, los 15,000 g de tejido adiposo de una persona promedio proporcionan 100,000 kcal de energía, suficientes en teoría para correr desde Boston hasta Atlanta.

En el reposo y durante el ejercicio de baja intensidad, tanto los ácidos grasos libres como el glucógeno del músculo proporcionan energía. Al comenzar el ejercicio, las catecolaminas estimulan la lipasa adiposa, que rompe los triglicéridos en glicerol y tres moléculas de AGL [*ver figura 2*]. En las células musculares los AGL se metabolizan a acetil coenzima A (acetil CoA). En presencia de oxígeno, la acetil CoA sufre metabolismo oxidativo por las enzimas del ciclo del ácido cítrico (Krebs) en la mitocondria.



Al aumentar la intensidad del ejercicio, la contribución relativa de los AGL disminuye y el glucógeno se vuelve más importante, y con el trabajo máximo, el músculo depende por completo del glucógeno.<sup>92</sup>

Cuando se dispone de oxígeno, el glucógeno se metaboliza en el citoplasma a piruvato, que después sufre oxidación en la mitocondria a través del ciclo del ácido cítrico para formar agua y CO<sub>2</sub>. Sin embargo, cuando las demandas del músculo superan la disponibilidad de oxígeno, la energía puede generarse solo por vía anaeróbica a través de la glucólisis. El metabolismo anaeróbico es mucho menos eficiente: de un gramo de glucógeno el metabolismo anaeróbico genera solo cinco por ciento de la energía que el metabolismo aeróbico. Además, el piruvato no puede convertirse a acetil CoA. En lugar de ello se reduce a lactato. La acidosis limita el desempeño muscular y la amortización por el sistema de bicarbonato

genera CO<sub>2</sub>, causando taquipnea.

Aunque la glucemia en sí constituye solo una modesta reserva calórica, el recambio de glucosa se acelera mucho durante el ejercicio. En estas condiciones el hígado libera glucosa tanto por glucogenolisis como por gluconeogénesis. En forma simultánea, aumenta la captación periférica de glucosa. Como resultado de estos eventos metabólicos, la glucosa en sangre puede corresponder al 10 a 30 por ciento de las necesidades metabólicas del músculo en ejercicio. Los niveles de glucosa en sangre permanecen normales y pueden incluso aumentar durante el ejercicio moderado.<sup>93</sup> Sin embargo, puede ocurrir hipoglucemia si las reservas de glucógeno hepático son depletadas y el ejercicio intenso continúa consumiendo glucosa de la sangre y glucógeno del músculo. Sorprendentemente, la hipoglucemia no parece ser una limitante para el desempeño físico.<sup>94</sup>

Estos cambios en el metabolismo de la glucosa son moderados por diversas alteraciones hormonales. Los niveles de catecolaminas circulantes aumentan, estimulando la glucogenolisis (y la lipolisis). La hormona del crecimiento, el cortisol y el glucagón aumentan. Los niveles de insulina disminuyen. Todos estos factores tienden a elevar los niveles de glucosa. La glucosa que se ingiere durante el ejercicio tiende a mantener los niveles de glucemia, pero la ingestión de glucosa antes del ejercicio puede aumentar los niveles de insulina, impidiendo la movilización de energía. Contrario a las teorías populares de la llamada energía instantánea, los alimentos previos al ejercicio no deben contener dulces concentrados. De hecho, deben ser escasos y es probable que las personas no deban ingerir nada excepto agua durante las dos horas previas al ejercicio.

El ejercicio aumenta la sensibilidad del músculo a la insulina, aumentando el transporte de glucosa y la síntesis de glucógeno muscular.<sup>95</sup> También aumenta la captación de glucosa por el músculo al incrementar el flujo sanguíneo, la concentración de proteínas transportadoras de glucosa, la actividad de la sintetasa de glucógeno y el almacenamiento de la glucosa como glucógeno.<sup>96</sup> Debido a sus muchos efectos sobre el metabolismo de la glucosa, la actividad física puede ayudar a prevenir el desarrollo de diabetes mellitus no insulino dependiente (tipo II).<sup>97</sup> Debido a que el ejercicio mejora la tolerancia a la glucosa en pacientes diabéticos, los pacientes que reciben insulina pueden requerir de precauciones especiales para realizar ejercicio con seguridad [*ver adelante*, Complicaciones médicas del ejercicio, Diabetes].

Durante el ejercicio la velocidad de síntesis de proteínas disminuye. Como resultado, existe disponibilidad de aminoácidos para procesos anabólicos, incluyendo gluconeogénesis hepática. Los aminoácidos pueden proporcionar en forma directa una pequeña fracción de la energía requerida para la contracción muscular.<sup>98</sup> No es claro si los atletas tienen requerimientos proteicos mayores que las personas sedentarias, y la ingesta de suplementos de proteína y aminoácidos no aumenta el desempeño atlético.

El ejercicio aeróbico regular también altera el peso y composición corporal; sin embargo, la natación parece ser menos eficaz que caminar o la bicicleta para reducir la grasa corporal.<sup>99</sup> Si la ingesta de

calorías permanece constante, el ejercicio producirá una pérdida de peso muy lenta. Se requiere caminar o trotar 35 millas para consumir las calorías presentes en 1 libra de tejido adiposo. El ejercicio intenso también estimula tanto el consumo de energía como la oxidación de lípidos hasta durante 17 horas después del ejercicio,<sup>100</sup> lo que contribuye a una mayor reducción en la grasa corporal. Incluso si la grasa corporal se reduce, la masa muscular aumenta y, debido a que el músculo es más denso que la grasa, la pérdida neta de peso puede ser muy leve.

### *Efectos sobre los lípidos de la sangre*

El ejercicio aumenta los niveles séricos de colesterol asociado a lipoproteínas de alta densidad (C-LAD), quizá al retrasar su catabolismo hepático. La magnitud del ejercicio parece ser el principal determinante del incremento. Tan poco como cinco a 10 millas de trote por semana elevan los niveles de C-LAD, que aumentan al incrementarse el ejercicio en forma dosis respuesta hasta alrededor de 31 millas de carrera por semana.<sup>101</sup> Sin embargo, por debajo de 35 millas por semana el entrenamiento adicional no produce un mayor incremento en los niveles de C-LAD.<sup>102</sup> Se han demostrado cambios semejantes en los niveles de LAD en caminantes, esquiadores a campo traviesa, jugadores de tennis, ciclistas y otros atletas de resistencia. Los efectos del ejercicio son independientes de otros factores que se sabe alteran los niveles del C-LAD, como la dieta, el peso corporal, el tabaquismo y el consumo de alcohol. El ejercicio debe ser sostenido para mantener niveles altos de C-LAD.

Los efectos del ejercicio en los niveles de C-LAD son constantes, pero los cambios en los otros niveles de lípidos en sangre han variado. En general, el ejercicio produce una caída en los niveles de triglicéridos y quilomicrones. También el colesterol total y el relacionado a LBD tienden a disminuir.

### *Efectos hematológicos*

Es común observar una reducción leve en el hematocrito en los atletas de resistencia. Esta anemia denominada deportiva suele ser una pseudoanemia porque la masa de eritrocitos es normal pero el volumen plasmático está aumentado; también se ha observado menor viscosidad. La hemólisis relacionada con el ejercicio o la pérdida gastrointestinal de sangre puede ser un factor adicional en algunos casos de anemia en atletas. No se han observado cambios consistentes y a largo plazo en los leucocitos polimorfonucleares, linfocitos o inmunoglobulinas.

Los mecanismos hemostáticos están influenciados por el ejercicio. El ejercicio de resistencia aumenta en forma aguda la actividad fibrinolítica. Los pacientes con cardiopatía isquémica tienen una menor respuesta fibrinolítica al ejercicio,<sup>103</sup> pero esta respuesta puede mejorar con el acondicionamiento físico. El ejercicio se asocia con niveles menores de fibrinógeno.<sup>104</sup> Los efectos del ejercicio en la función plaquetaria requieren de mayores estudios.

### *Efectos sobre los líquidos corporales*

Durante el ejercicio el músculo esquelético genera una cantidad tremenda de calor. El sudor es necesario para disipar este calor. Durante el ejercicio extenuante en un ambiente cálido pueden perderse hasta 2 L de agua por hora. Debido a que el sudor es hipotónico, la concentración de sodio en el suero aumenta. Incluso en ausencia de acidosis sistémica, los niveles de potasio en suero pueden aumentar por la salida de potasio de las células musculares, pero los niveles de potasio se normalizan en minutos después de que cesa el ejercicio.

La reducción en el volumen sanguíneo, junto con un desplazamiento en el flujo de sangre de los riñones hacia el músculo esquelético, produce una reducción brusca en el volumen urinario durante el ejercicio. El aumento en la osmolaridad del plasma aumenta la sed. Sin embargo, la sed no equivale a los requerimientos de volumen y la ingesta de líquido suele ser inadecuada durante los eventos atléticos. La depleción de volumen limita el desempeño de los atletas y puede contribuir a disfunción renal o golpe de calor. Por desgracia, los entrenadores suelen limitar la ingesta de líquido por temor a calambres cuando, de hecho, los atletas pueden tolerar grandes volúmenes de agua durante pausas breves en el ejercicio. Los atletas no requieren suplementos de potasio o sal, de modo que las soluciones de glucosa, sodio y potasio, muy populares, no tienen una justificación fisiológica.

### *Efectos psicológicos*

El ejercicio de resistencia mejora el ánimo, la autoestima y la actitud laboral tanto en personas sanas como en pacientes sometidos a rehabilitación cardíaca. Se han sugerido varios mecanismos para explicar los efectos psicológicos del ejercicio. Es posible que participen factores meramente psicológicos, como la distracción. Los niveles séricos de monoaminas y otros neuropéptidos se afectan por el ejercicio y producen cambios importantes en la función neuroendócrina.<sup>105</sup> El ejercicio aumenta también los niveles plasmáticos de  $\beta$ -endorfina en relación directa con la intensidad y duración. Los cambios en los péptidos opioides endógenos pueden mediar los efectos subjetivos del ejercicio (la llamada elevación del ánimo del corredor).

## EJERCICIO Y ENVEJECIMIENTO

Muchos cambios fisiológicos atribuibles al envejecimiento se parecen a los causados por la inactividad forzada.<sup>106</sup> En ambas circunstancias ocurre pérdida del calcio óseo y se presenta reducción en la VO<sub>2</sub>MAX, el gasto cardíaco, la masa eritrocitaria, la tolerancia a la glucosa y la masa muscular. Aumentan la resistencia periférica total y la presión arterial sistólica, así como los niveles de grasa corporal y el colesterol. Aunque no se sabe si el ejercicio puede retrasar los cambios fisiológicos del envejecimiento, información anecdótica sugiere un efecto positivo. Aunque la frecuencia cardíaca máxima disminuye con la edad, el entrenamiento mejora la función sistólica del ventrículo izquierdo y aumenta el volumen latido para mantener el gasto cardíaco durante el ejercicio en las personas ancianas activas y sanas.<sup>107</sup> Se ha encontrado que la reducción en la VO<sub>2</sub>MAX relacionada con la edad es del doble en varones sedentarios que en varones activos, e incluso el entrenamiento de baja intensidad puede mejorar la VO<sub>2</sub>MAX en los ancianos. El acondicionamiento físico también ayuda a bloquear la reducción

relacionada con la edad en la función vascular periférica que presentan las personas sedentarias.<sup>108</sup> El acondicionamiento mejora la tolerancia a la glucosa y los niveles de lípidos en suero en varones y mujeres ancianas, y el ejercicio regular parece bloquear la reducción relacionada con la edad de la tasa metabólica en reposo.<sup>109</sup> La respuesta muscular al ejercicio es semejante en personas ancianas y jóvenes, lo mismo que los patrones de lesión relacionada al ejercicio y su respuesta al tratamiento.<sup>110</sup> Los ancianos que están asignados en forma aleatoria al ejercicio aeróbico adquieren menos trastornos cardiovasculares nuevos que los sujetos controles.<sup>111</sup> La actividad física en el anciano se asocia con mejoría del estado funcional y menor mortalidad.<sup>112</sup> El ejercicio es seguro en los ancianos si se toman algunas precauciones simples [*ver adelante*, Prescripción del ejercicio]. Los programas de caminata aumentan la capacidad aeróbica en personas de 70 a 79 años de edad, con pocas lesiones. El trote puede causar lesiones en este grupo de edad. En los ancianos, los programas para casa son tan eficaces y seguros como los programas de casa. Los programas con resistencia progresiva no son hemodinámicamente estresantes en los ancianos<sup>113</sup> y son seguros incluso en nonagenarios,<sup>114</sup> produciendo aumento en la fuerza muscular, movilidad funcional y resistencia a la caminata.<sup>104</sup> Incluso los ancianos frágiles de asilos (con edad promedio de 87 años) respondieron al entrenamiento de resistencia con aumento en la masa y fuerza muscular, así como mejor velocidad de marcha, capacidad para subir escaleras y actividad espontánea.<sup>103</sup> Aunque se requieren más estudios para aclarar la relación entre el envejecimiento, la inactividad y el ejercicio, se dispone de suficiente información como para justificar la recomendación de un programa cuidadosamente planeado de ejercicios en los ancianos.

## EJERCICIO Y LONGEVIDAD

### *Prevención primaria de aterosclerosis*

El ejercicio rutinario puede modificar en forma favorable muchas de las condiciones asociadas con un mayor riesgo de enfermedad coronaria, incluyendo hipercolesterolemia, hipertensión, intolerancia a la glucosa, obesidad y los rasgos menos firmemente incriminados hipertrigliceridemia, hiperinsulinemia, hiperfibrinogenemia y estrés psicológico. Los estudios realizados en hombres, mujeres y niños demostraron una relación constante inversa entre el acondicionamiento físico y el peso corporal, el porcentaje de grasa corporal, la presión arterial sistólica y los niveles séricos de colesterol, triglicéridos y glucosa.<sup>115-117</sup>

¿La forma de vida sedentaria es un factor de riesgo independiente de estos otros rasgos? Los investigadores de los Centros para el Control y Prevención de las Enfermedades (CDC de los Estados Unidos) revisaron los estudios sobre ejercicio y enfermedad coronaria publicados entre 1980 y 1987.<sup>118</sup> Encontraron 43 estudios adecuados desde el punto de vista metodológico. En forma colectiva, estos trabajos mostraron que la vida sedentaria aumenta el riesgo coronario en 1.9 veces. Un meta-análisis independiente encontró el mismo riesgo relativo.<sup>119</sup> La magnitud de este riesgo en exceso es semejante a la conferida por otros factores de riesgo: hipertensión, 2.1 veces, hipercolesterolemia, 2.4 veces y tabaquismo, 2.5 veces. Debido a que la vida sedentaria es por lo menos dos a tres veces más prevalente que cualquiera de estos otros factores de riesgo, puede argumentarse que la inactividad física contribuye



en la forma más significativa a la epidemia de enfermedad coronaria en los Estados Unidos. Es de esperarse que mantener un estilo de vida activo reduzca el riesgo de infarto al miocardio en un 35 a 70 por ciento.<sup>120</sup>

Aunque la reducción en la enfermedad arterial coronaria es responsable de la mayor proporción de mejoría en la supervivencia conferida por el ejercicio, es posible que participen otros factores. La actividad física protege contra los eventos cerebrovasculares<sup>121</sup> y disminuye el riesgo de cáncer de colon.<sup>122</sup> El ejercicio reduce también el riesgo de cáncer de mama<sup>123</sup> y cáncer de los órganos reproductivos en mujeres, y el ejercicio muy intenso puede disminuir el riesgo de cáncer de próstata.<sup>124</sup> Los estudios actuales continúan confirmando las observaciones de los últimos 50 años, demostrando que existe una relación inversa y gradual entre la actividad y la mortalidad en varones<sup>125</sup> y mujeres.<sup>126</sup>

### *Prevención secundaria de cardiopatía isquémica*

Desde los años 70 ha crecido el interés por el papel potencial del ejercicio en la rehabilitación de los pacientes después de un infarto al miocardio y en la prevención de eventos cardíacos recurrentes. Algunos beneficios de los programas de ejercicio supervisado son claros, incluyendo la mejoría fisiológica y sintomática y la reducción de los factores de riesgo. Los pacientes que completan los programas de ejercicio presentan los efectos del acondicionamiento, incluyendo menor frecuencia cardíaca en reposo y tanto menor frecuencia cardíaca como menor presión arterial sistólica con cargas de trabajo submáximas. Estos cambios reducen las demandas miocárdicas de oxígeno, aumentando el umbral de la angina. También pueden demostrarse mejorías significativas en la captación máxima de oxígeno y en la capacidad laboral.<sup>127,128</sup> El ejercicio puede ser útil incluso para pacientes con disfunción isquémica del ventrículo izquierdo<sup>129</sup> y para enfermos con insuficiencia cardíaca congestiva crónica, aunque deben tomarse precauciones especiales en estos pacientes. La mayoría de las instituciones notan una mejoría sustancial en las actitudes mentales, reducción en el uso de medicamentos y gran satisfacción por parte del paciente. Además, los programas de ejercicio cardíaco son seguros. En un estudio de 167 programas solo existió un paro cardíaco no fatal por cada 111,996 pacientes-hora de participación y solo un paro cardíaco fatal por cada 783,972 pacientes-hora de participación.<sup>130</sup>

Un meta-análisis de 10 estudios que incluyeron 4,347 pacientes demostró que la rehabilitación posinfarto reduce la mortalidad por todas las causas en un 25 por ciento.<sup>131</sup> En forma semejante, un meta-análisis de 22 estudios demostró una reducción del 20 por ciento en la mortalidad global en el grupo que realizó ejercicio.<sup>132</sup>

### PRESCRIPCION DEL EJERCICIO

Los médicos pueden proporcionar incentivos importantes a sus pacientes al educarlos sobre los beneficios, así como los riesgos, del ejercicio habitual. Los individuos sanos y sedentarios son el grupo más grande que requiere de este consejo. Además, los médicos pueden ser responsables de la evaluación médica de atletas de competencia y de prescribir ejercicio en los pacientes con enfermedades crónicas.

Es importante realizar una historia clínica y exploración física cuidadosa para la evaluación de quienes desean hacer ejercicio, incluyendo los atletas asintomáticos. Debe ponerse especial atención a la historia familiar de enfermedad coronaria, hipertensión, eventos cerebrovasculares o muerte súbita y a los síntomas sugestivos de enfermedad cardiovascular. El tabaquismo, la vida sedentaria, la hipertensión y la obesidad, todos aumentan los riesgos de ejercicio y pueden indicar la necesidad de una prueba posterior. Los datos físicos sugestivos de enfermedad pulmonar, cardíaca o vascular periférica son causas obvias de preocupación. Es importante realizar también una evaluación musculoesquelética.

La elección de las pruebas de escrutinio para los individuos aparentemente sanos es motivo de controversia. Está justificado solicitar en todos los casos una citología hemática y un examen general de orina. La determinación de glucosa en sangre, colesterol sérico y niveles de creatinina también es útil para investigar factores de riesgo o padecimientos ocultos. La maniobra de Valsalva y la empuñadura isométrica pueden ser útiles en la evaluación.

Los adultos jóvenes sin factores de riesgo, síntomas o datos físicos anormales no requieren mayor evaluación. No es claro si el escrutinio más agresivo puede prevenir la muerte cardíaca súbita. Aunque la ecocardiografía y la electrocardiografía pueden revelar cardiomiopatía hipertrófica asintomática en algunos pacientes, la poca frecuencia de este problema hace que el escrutinio generalizado no sea práctico. Sin embargo, cuando se detectan alteraciones cardiovasculares, el médico debe definir con claridad la cantidad de ejercicio permitido, y se han desarrollado lineamientos a este respecto.

El papel del electrocardiograma de esfuerzo como prueba de escrutinio antes de que un individuo comience un programa de ejercicio es controversial. La *American Heart Association* recomienda realizar una prueba de esfuerzo antes de iniciar un programa de ejercicio vigoroso en todos los individuos mayores de 40 años, incluso si están asintomáticos y no tienen factores de riesgo cardíaco.<sup>133</sup> Sin embargo, la tasa de hasta 80 por ciento de resultados falsos positivos en individuos asintomáticos y los costos económicos sustanciales de este escrutinio ponen en duda el uso rutinario de este procedimiento.<sup>134</sup> Un estudio de 3,617 varones asintomáticos de 35 a 59 años de edad puso en duda el valor del electrocardiograma de esfuerzo como prueba rutinaria previa al ejercicio.<sup>135</sup> Ninguno de los participantes tenía enfermedad arterial coronaria conocida al ingresar al estudio, pero sí mayor riesgo por hipercolesterolemia. Cada sujeto fue sometido a una prueba de esfuerzo al ingresar, las pruebas se repitieron cada año durante un periodo de seguimiento promedio de 7.4 años. El ejercicio demostró ser seguro en este grupo, y alrededor del dos por ciento presentó eventos cardíacos relacionados con el ejercicio. Solo 11 de los 62 varones que presentaron dichos eventos tenía pruebas de ejercicio anormal al ingreso, con una sensibilidad de solo el 18 por ciento. la sensibilidad acumulada de las pruebas anuales también fue baja, de 24 por ciento.

A pesar de sus limitaciones como prueba de escrutinio para la enfermedad arterial coronaria silenciosa, la prueba de esfuerzo puede ser útil para detectar arritmias inducidas por el ejercicio, establecer la frecuencia cardíaca máxima para prescribir el ejercicio y determinar la capacidad de trabajo. Las pruebas



seriadas pueden ayudar a motivar al paciente al demostrar una mayor capacidad de trabajo. Las pruebas especializadas como las de función pulmonar y la ergometría de ejercicio, el Holter o la vigilancia telemétrica durante el ejercicio y la ecocardiografía, pueden ser muy útiles para evaluar a los pacientes que tienen alteraciones cardiovasculares probables o conocidas.

Los pacientes estudiados pertenecerán a tres grupos:

1. Personas sanas que pueden realizar ejercicio sin supervisión. (La orientación médica, como se analiza a continuación, puede ser útil).
2. Pacientes con cardiopatía isquémica u otras alteraciones cardiovasculares significativas que deben ser supervisados desde el punto de vista médico para establecer programas graduales. (Si no se cuenta con programas estructurados los pacientes deben participar en formas leves de ejercicio, como caminar o hacer bicicleta, con las precauciones apropiadas.)
3. Pacientes en los que el ejercicio físico está contraindicado por insuficiencia cardíaca congestiva descompensada, irritabilidad ventricular compleja, angina inestable, lesión significativa de la válvula aórtica, aneurisma aórtico, diabetes no controlada o crisis convulsivas no controladas.

El éxito de un programa de acondicionamiento depende de la frecuencia, duración e intensidad del ejercicio. Se requieren por lo menos tres sesiones semanales. Un esquema de días alternos ayuda a evitar las mialgias, pero al mejorar el acondicionamiento los individuos deben ser alentados para aumentar las sesiones a cinco o incluso siete por semana. Cada sesión consiste de 15 a 60 minutos de actividad aeróbica continua. Los individuos no entrenados pueden no tolerar al inicio incluso los 15 minutos, pero se les debe alentar a progresar en forma lenta. Cada sesión de ejercicios debe ser precedida de un periodo de cinco a 10 minutos de calentamiento y seguida de uno de cinco a 10 minutos de enfriamiento; los ejercicios de estiramiento, la calistenia suave y la caminata son ideales para este fin. Los mismos ejercicios son excelentes durante el periodo de cinco a 10 minutos de enfriamiento.

La intensidad del ejercicio puede juzgarse por la frecuencia cardíaca alcanzada. Una frecuencia de 60 a 85 por ciento de la máxima se considera la óptima para el entrenamiento. Si no se ha realizado una prueba de esfuerzo, la frecuencia cardíaca máxima puede calcularse restando la edad del paciente de 220. Las personas sin entrenamiento deben comenzar en un rango menor de frecuencia cardíaca. Las personas sanas no necesitan vigilar su pulso. En lugar de ello, pueden ajustar la intensidad del esfuerzo por su capacidad para hablar a un compañero sin sensación de disnea mientras realizan el esfuerzo físico.

Pueden usarse muchos tipos de ejercicio para lograr el acondicionamiento. Los ejercicios dinámicos (i.e., isotónicos o aeróbicos) en los que se usan en forma continua grandes grupos musculares en forma rítmica y repetitiva durante periodos prolongados son ideales. Se han ya medido los requerimientos de energía de estas actividades. Es conveniente lograr un consumo de energía de 5 a 6 METs (equivalentes

metabólicos) o más para el acondicionamiento (1 MET es igual al gasto de energía en reposo, que equivale a alrededor de 3.5 ml O<sub>2</sub>/kg de peso corporal/min). La caminata rápida, el trote, la natación, el esquí a campo traviesa, el patinaje, el ciclismo y los deportes de raqueta vigorosos individuales proporcionan buen acondicionamiento. Los deportes que permiten periodos prolongados de inactividad como el tenis de dobles, el golf, el boliche y el beisbol son mucho menos adecuados. Las actividades que requieren episodios súbitos de intensa actividad isométrica, como el levantamiento de pesas, proporcionan poco acondicionamiento cardiovascular y están contraindicados en los enfermos con hipertensión o cardiopatía. Los deportes de contacto no pueden recomendarse para la salud.

Aunque los médicos deben alentar a los pacientes a elegir deportes que les agraden, las consideraciones médicas pueden ser importantes. Por ejemplo, la natación es especialmente adecuada para individuos que tienen problemas musculoesqueléticos, y también para las personas que sufren asma inducida por ejercicio (AIE). La caminata y el ciclismo son ideales para los ancianos o para cualquier que inicie su acondicionamiento. El trote puede recomendarse porque es cómodo y permite que los participantes ajusten con facilidad su intensidad y duración. Lo más deseable es un programa balanceado que contenga diversas actividades que ejerciten diferentes grupos musculares. Las personas que realizan varias actividades tienden con más facilidad a permanecer activos a pesar de los inconvenientes con el clima, horarios o lesiones menores. Los esquemas balanceados mantienen los músculos frescos y disminuyen la posibilidad de aburrimiento.

#### PREVENCION DE COMPLICACIONES

Los médicos pueden minimizar las complicaciones educando a los pacientes sobre los problemas potenciales. Deben enfatizar la necesidad de usar aditamentos de seguridad como cascos para la bicicleta, lentes para el squash y raquetbol, y coderas y rodilleras para el patinaje. Deben analizarse también la dieta, el control de peso, el manejo del estrés, la suspensión del tabaquismo y otras medidas de salud preventivas, lo mismo que los signos de advertencia de enfermedad cardíaca y las precauciones al realizar ejercicio en climas muy fríos o calientes.

Las personas deben realizar ejercicio prácticamente todos los días. No se requiere un ejercicio intenso y formal, incluso un ejercicio moderado que consuma alrededor de 150 kcal/día o 1,000 kcal/sem es muy benéfico para la salud. Los ejercicios de calentamiento, estiramiento y el incremento gradual en la intensidad del ejercicio pueden ayudar a evitar problemas musculoesqueléticos.

Aunque todas las personas pueden beneficiarse con la actividad diaria moderada, pueden obtenerse beneficios adicionales con el ejercicio más intenso. Las personas que consumen alrededor de 2,000 kcal por el ejercicio a la semana obtienen la mayor reducción en el riesgo cardiovascular y la mortalidad [ver *tabla 6*].<sup>136</sup> En promedio, las personas pueden obtener un beneficio óptimo para la salud al realizar alrededor de 30 minutos de ejercicio intenso o 45 a 60 minutos de ejercicio leve a moderado al día.

**Tabla 6** Tiempo de ejercicio requerido para consumir 2,000 kcal

| <b>Actividad</b>               | <b>Tiempo (h)</b> |
|--------------------------------|-------------------|
| Caminar                        | 10                |
| Boliche                        | 8.5               |
| Golf                           | 8                 |
| Barrer hojas                   | 7                 |
| Tennis doble                   | 6                 |
| Caminar con rapidez            | 5.5               |
| Ciclismo                       | 5.5               |
| Ballet                         | 4.5               |
| Tennis individual              | 4.5               |
| Racquetbol, squash             | 4                 |
| Ciclismo intenso               | 4                 |
| Trote                          | 4                 |
| Esquí montaña abajo            | 4                 |
| Calistenia, aeróbicos intensos | 3.3               |
| Correr                         | 3                 |
| Esquí a campo traviesa         | 3                 |

Los médicos que proporcionan consejos específicos y prácticos tienen más posibilidad de motivar a sus pacientes a adoptar mejores hábitos de salud, incluyendo dieta y ejercicio [ver tabla 7].

**Tabla 7 Consejos sobre ejercicio para los pacientes**

- Realizarse un chequeo médico antes de comenzar un programa formal de ejercicio
- Calentar antes de cada sesión de ejercicio y enfriarse después, con 10 minutos de estiramiento y calistenia leve
- Iniciar en forma lenta y realizar hasta 30 minutos de ejercicio moderadoa intenso o 45-60 minutos de ejercicio leve a moderado
- Comenzar con ejercicio tipo aeróbico y después agregar ejercicios de estiramiento para flexibilidad y resistencia leve para aumentar la fuerza
- Realizar el ejercicio diario si es posible y alternar las rutinas pesadas con algunas fáciles
- Vestir en forma cómoda
- Usar buen equipo, en especial zapatos adecuados
- No comer durante las 2 h previas, pero tomar suficiente agua antes, durante y después del ejercicio, en especial cuando el clima es cálido
- No ignorar los dolores que pueden significar una lesión
- No realizar ejercicio si tiene fiebre o está enfermo
- Conocer los signos de advertencia de cardiopatía, incluyendo dolor o presión torácica, disnea desproporcionada, fatiga, diaforesis, pulso errático, sensación de cabeza ligera o incluso indigestión
- Recurrir a un instructor o unirse a un club de salud

#### COMPLICACIONES MEDICAS DEL EJERCICIO

El ejercicio promueve la salud, pero también puede tener consecuencias adversas. En algunos casos las adaptaciones fisiológicas al ejercicio producen cambios que pueden ser malinterpretados como patológicos, el corazón del atleta es un ejemplo.<sup>117</sup> Sin embargo, en otros casos el ejercicio puede precipitar importantes problemas clínicos.

Las complicaciones cardiacas del ejercicio incluyen isquemia, infarto,<sup>138</sup> y muerte súbita.<sup>139</sup> Estas son infrecuentes y pueden minimizarse evaluando e instruyendo a los pacientes de modo adecuado [*ver antes*, Prescripción del ejercicio]. Los eventos cardiacos inducidos por ejercicio son menos comunes en personas que realizan ejercicio en forma regular que en individuos sedentarios.<sup>139</sup> Al final, el ejercicio es claramente benéfico para el corazón.

La complicación pulmonar más común del ejercicio es el asma inducida por ejercicio,<sup>140</sup> que suele responder bien al tratamiento. Un problema mucho menos común y que puede simular reacciones de hipersensibilidad es la anafilaxia inducida por ejercicio.<sup>141</sup>

La respuesta gastrointestinal al ejercicio puede producir reflujo, diarrea o hemorragia, que suele ser oculta y temporal. Las mujeres que realizan ejercicio extenuante pueden desarrollar oligomenorrea o amenorrea; la disfunción menstrual es reversible, pero puede acompañarse de osteoporosis. Con las precauciones adecuadas,<sup>142</sup> el ejercicio es seguro durante el embarazo. También deben tomarse precauciones para evitar la hipoglucemia en los diabéticos que realizan ejercicio.

Las personas que realizan ejercicio con regularidad pueden sufrir incremento en el volumen plasmático que produzca hemodilución o pseudoanemia. La verdadera anemia es menos común, pero puede deberse a reducción en la vida media de los eritrocitos causada por traumatismo vascular o deficiencia de hierro. El ejercicio puede producir proteinuria o hematuria; ambas son benignas, pero constituyen indicaciones para descartar enfermedad renal. Durante el clima cálido y húmedo el ejercicio puede producir calambres, hipertermia o golpe de calor, que son previsibles.

El ejercicio no parece causar o acelerar la osteoartritis.<sup>143</sup> La lesión muscular aguda, manifestada por elevación temporal de los niveles de creatina fosfoquinasa es común, pero la rabdomiolisis por ejercicio es rara. Sin embargo, los problemas musculoesqueléticos son el efecto adverso más frecuente del ejercicio. El estrés excesivo, el uso exagerado o el traumatismo suelen ser los responsables. La mala técnica, el equipo defectuoso o la fatiga suelen contribuir a estas lesiones. Las lesiones de los tejidos blandos, como los esguinces, desgarros y tendinitis suelen responder bien a tratamientos simples. Lo mismo es cierto para las fracturas por estrés. Los médicos de primer contacto pueden manejar muchos de estos problemas, pero las lesiones más serias pueden requerir su referencia a servicios de medicina del deporte.

### *Reconocimientos*

Figura 1 Marcia Kammerer.

Figura 2 Talar Agasyan.

### **Bibliografía**

1. McGinnis JM, Foege WH: Actual causes of death in the United States. JAMA 270:2207, 1993 [PMID 8411605]
2. Update: prevalence of overweight among children, adolescents, and adults-United States, 1998-1994. MMWR 46:199, 1997

3. Laposata M: Fatty acids: biochemistry to clinical significance. *Am J Clin Pathol* 104:172, 1995
4. Gardner CD, Kraemer HC: Monounsaturated versus polyunsaturated dietary fat and serum lipids: a meta-analysis. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 15:1917, 1995 [PMID 7583572]
5. Krauss RM, Deckelbaum RJ, Ernst N, et al: Dietary guidelines for healthy American adults: a statement for health professionals from the Nutrition Committee, American Heart Association. *Circulation* 94:1795, 1996 [PMID 8840887]
6. Stone NJ: Fish consumption, fish oil, lipids, and coronary heart disease. *Circulation* 94:2337, 1996
7. Kang JX, Leaf A: The cardiac antiarrhythmic effects of polyunsaturated fatty acid. *Lipids* 31:S-41, 1996
8. de Lorgeril M, Renaud S, Mamelle N, et al: Mediterranean alpha-linolenic acid-rich diet in secondary prevention of coronary heart disease. *Lancet* 343:1454, 1994 [PMID 7911176]
9. Simon JA, Fong J, Bernert JT Jr, et al: Serum fatty acids and the risk of stroke. *Stroke* 26:778, 1995
10. Schaefer EJ, Lichtenstein AH, Lamon-Fava S, et al: Body weight and low-density lipoprotein cholesterol changes after consumption of a low-fat ad libitum diet. *JAMA* 274:1450, 1995 [PMID 7474191]
11. Ornish D, Brown SE, Scherwitz LW, et al: Can lifestyle changes reverse coronary heart disease? *Lancet* 336:129, 1990
12. Spiller RC: Cholesterol, fibre, and bile acids. *Lancet* 347:415, 1996
13. Kromhout D, Bosschieter EB, Lezenne Coulander CD: Dietary fibre and 10-year mortality from coronary heart disease, cancer, and all causes. The Zutphen Study. *Lancet* 11:518, 1982

14. Marckmann P, Sandstrom B, Jespersen J: Favorable long-term effect of a low-fat/high-fiber diet on human blood coagulation and fibrinolysis. *Arterioscler Thromb* 13:505, 1993 [PMID 8385479]
15. Salmeron J, Manson JE, Stampfer MJ, et al: Dietary fiber, glycemic load, and risk of non-insulin-dependent diabetes mellitus in women. *JAMA* 277:472, 1997 [PMID 9020271]
16. Ripsin CM, Keenan JM, Jacobs DR, et al: Oat products and lipid lowering: a meta-analysis. *JAMA* 267:3317, 1992 [PMID 1317928]
17. Davidson MH, Dugan LD, Burns JH, et al: The hypocholesterolemic effects of beta-glucan in oatmeal and oat bran. *JAMA* 265:1833, 1991 [PMID 2005733]
18. Rimm EB, Ascherio A, Giovannucci E, et al: Vegetable, fruit, and cereal fiber intake and risk of coronary heart disease among men. *JAMA* 275:447, 1996 [PMID 8627965]
19. Update: influenza activity-United States and worldwide, 1996-97 season, and composition of the 1997-98 influenza vaccine. *MMWR* 46:325, 1997
20. Lemon PWR: Is increased dietary protein necessary or beneficial for individuals with a physically active lifestyle? *Nutr Rev* 54:A169, 1996
21. Pedrini MT, Levey AS, Lau J, et al: The effect of dietary protein restriction on the progression of diabetic and nondiabetic renal diseases: a meta-analysis. *Ann Intern Med* 124:627, 1996
22. Stamler J, Elliott P, Kesteloot H, et al: Inverse relation of dietary protein markers with blood pressure: findings for 10,020 men and women in the INTERSALT Study. *Circulation* 94:1629, 1996 [PMID 8840854]
23. Mayer EL, Jacobsen DW, Robinson K: Homocysteine and coronary atherosclerosis. *J Am Coll Cardiol* 27:517, 1996

24. Stephens NG, Parsons A, Schofield PM, et al: Randomized controlled trial of vitamin E in patients with coronary disease: Cambridge Heart Antioxidant Study (CHAOS). *Lancet* 347:781, 1996 [PMID 8622332]
  
25. Jha P, Flather M, Lonn E, et al: The antioxidant vitamins and cardiovascular disease: a critical review of epidemiologic and clinical trial data. *Ann Intern Med* 123:860, 1995 [PMID 7486470]
  
26. Omenn GS, Goodman GE, Thornquist MD, et al: Effects of a combination of beta carotene and vitamin A on lung cancer and cardiovascular disease. *N Engl J Med* 334:1150, 1996 [PMID 8602180]
  
27. Elliott P, Stamler J, Nichols R, et al: Intersalt revisited: further analyses of 24 hour sodium excretion and blood pressure within and across populations. *BMJ* 312:1249, 1996 [PMID 8634612]
  
28. Law MR, Frost CD, Wald NJ: By how much does dietary salt reduction lower blood pressure? III-Analysis of data from trials of salt reduction. *BMJ* 302:819, 1991 [PMID 1827353]
  
29. Antonios TFT, MacGregor GA: Salt-more adverse effects. *Lancet* 348:250, 1996
  
30. Cappuccio FP, Elliott P, Allender PS, et al: Epidemiologic association between dietary calcium intake and blood pressure: a meta-analysis of published data. *Am J Epidemiol* 142:935, 1995 [PMID 7572974]
  
31. Abbott RD, Curb JD, Rodriguez BL, et al: Effect of dietary calcium and milk consumption on risk of thromboembolic stroke in older middle-aged men: the Honolulu Heart Program. *Stroke* 27:813, 1996 [PMID 8623098]
  
32. Bucher HC, Guyatt GH, Cook RJ, et al: Effect of calcium supplementation on pregnancy-induced hypertension and preeclampsia: a meta-analysis of randomized controlled trials. *JAMA* 275:1113, 1996 [PMID 8601931]
  
33. Allender PS, Cutler JA, Follmann D, et al: Dietary calcium and blood pressure: a meta-analysis of randomized clinical trials. *Ann Intern Med* 124:825, 1996 [PMID 8610952]



34. Kearney J, Giovannucci E, Rimm EB, et al: Calcium, vitamin D, and dairy foods and the occurrence of colon cancer in men. *Am J Epidemiol* 143:907, 1996 [PMID 8610704]
35. Optimal calcium intake. NIH Consensus Development Panel on Calcium Intake. *JAMA* 272:1942, 1994
36. Curhan GC, Willett WC, Speizer FE, et al: Comparison of dietary calcium with supplemental calcium and other nutrients as factors affecting the risk for kidney stones in women. *Ann Intern Med* 126:497, 1997
37. Looker AC, Dallman PR, Carroll MD, et al: Prevalence of iron deficiency in the United States. *JAMA* 277:973, 1997 [PMID 9091669]
38. Douglas C, Legge J, Friend J, et al: Is giving blood good for your heart? *BMJ* 314:793, 1997
39. Salonen JT, Nyyssonen K, Korpela H, et al: High stored iron levels are associated with excess risk of myocardial infarction in Eastern Finnish men. *Circulation* 86:803, 1992 [PMID 1516192]
40. Sempos CT, Looker AC, Gillum RF, et al: Body iron stores and the risk of coronary heart disease. *N Engl J Med* 330:1119, 1994 [PMID 7993405]
41. Stamler J, Rose GA, Elliott P, et al: Findings of International Cooperative INTERSALT study. *Hypertension* 17(suppl 1):I-9, 1991
42. Krishna GG, Kapoor SC: Potassium depletion exacerbates essential hypertension. *Ann Intern Med* 115:77, 1991
43. Siani A, Strazzullo P, Giacco A, et al: Does dietary potassium reduce the need for antihypertensive medication? *Ann Intern Med* 115:753, 1991
44. Cappuccio FR, MacGregor GA: Does potassium supplementation lower blood pressure? A meta-analysis of published trials. *J Hypertens* 9:465, 1991

45. Clark LC, Combs GF, Turnbull BW, et al: Effects of selenium supplementation for cancer prevention in patients with carcinoma of the skin: a randomized controlled trial. *JAMA* 276:1957, 1996 [PMID 8971064]
46. Salonen JT, Alfthan G, Huttunen JK, et al: Association between cardiovascular death and myocardial infarction and serum selenium in a matched-pair longitudinal study. *Lancet* II:175, 1982
47. Roeback JR, Hla KM, Chambless LE, et al: Effects of chromium supplementation on serum high-density lipoprotein cholesterol levels in men taking beta-blockers: a randomized controlled trial. *Ann Intern Med* 115:917, 1991 [PMID 1683196]
48. Tosiello L: Hypomagnesemia and diabetes mellitus: a review of clinical implications. *Arch Intern Med* 156:1143, 1996
49. Gilbert MW: Enjoy your fruits and vegetables: eating fruit and vegetables protects against the common chronic diseases of adulthood. *BMJ* 313:765, 1966
50. Appel LJ, Moore TJ, Obarzanek E, et al: A clinical trial of the effects of dietary patterns on blood pressure. *N Engl J Med* 336:1117, 1997. [PMID 9099655]
51. Krebs-Smith SM, Cook A, Subar AF, et al: US adults' fruit and vegetable intakes, 1989 to 1991: a revised baseline for the Healthy People 2000 objective. *Am J Public Health* 85:1623, 1995 [PMID 7503335]
52. Anderson JW, Story L, Sieling B, et al: Hypocholesterolemic effects of oat-bran or bean intake for hypercholesterolemic men. *Am J Clin Nutr* 40:1146, 1984 [PMID 6095635]
53. Anderson JW, Johnstone BM, Cook-Newell ME: Meta-analysis of the effects of soy protein intake on serum lipids. *N Engl J Med* 333:276, 1995 [PMID 7596371]
54. McIntosh GH, Whyte J, McArthur R, et al: Barley and wheat foods: influence on plasma cholesterol concentrations in hypercholesterolemic men. *Am J Clin Nutr* 53:1205, 1991 [PMID 1850576]

55. Daviglus ML, Stamler J, Orenca AJ, et al: Fish consumption and the 30-year risk of fatal myocardial infarction. *N Engl J Med* 336:1046, 1997 [PMID 9091800]
56. Burr MK, Fehily MA, Gilbert JF, et al: Effects of changes in fat, fish, and fibre intakes on death and myocardial reinfarctions: diet and reinfarction trial (DART). *Lancet* 2:757, 1989
57. Siscovick DS, Raghunathan TE, King I, et al: Dietary intake and cell membrane levels of long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids and the risk of primary cardiac arrest. *JAMA* 274:1363, 1996
58. Pauletto P, Puato M, Caroli MG, et al: Blood pressure and atherogenic lipoprotein profiles of fish-diet and vegetarian villagers in Tanzania: the Lugalawa study. *Lancet* 348:784, 1996 [PMID 8813985]
59. Gillum RF, Mussolino ME, Madans JH: The relationship between fish consumption and stroke incidence: the NHANES I epidemiologic follow-up study. *Arch Intern Med* 154:537, 1996
60. de Lorgeril M, Salen P, Martin J, et al: Effect of Mediterranean type of diet on the rate of cardiovascular complications in patients with coronary artery disease: insights into the cardioprotective effect of certain nutrients. *J Am Coll Cardiol* 28:1103, 1996 [PMID 8890801]
61. Trichopoulou A, Katsouyanni K, Stuver S, et al: Consumption of olive oil and specific food groups in relation to breast cancer risk in Greece. *J Natl Cancer Inst* 87:110, 1995 [PMID 7503842]
62. Fraser GE, Sabate J, Beeson WL, et al: A possible protective effect of nut consumption on risk of coronary heart disease: the Adventist Health Study. *Arch Intern Med* 152:1416, 1992 [PMID 1627021]
63. Sabate J, Fraser GE, Burke K, et al: Effects of walnuts on serum lipid levels and blood pressure in normal men. *N Engl J Med* 328:603, 1993 [PMID 8357360]
64. Jain AK, Vargas R, Gotzkowsky S, et al: Can garlic reduce levels of serum lipids? A controlled clinical study. *Am J Med* 94:632, 1993 [PMID 8506890]

65. Warshafsky S, Kamer RS, Sivak SL: Effect of garlic on total serum cholesterol: a meta-analysis. *Ann Intern Med* 119:599, 1993 [PMID 8363171]
  
66. Neil HAW, Silagy CA, Lancaster T, et al: Garlic powder in the treatment of moderate hyperlipaemia: a controlled trial and meta-analysis. *J R Coll Physicians Lond* 30:329, 1996
  
67. Adler AJ, Holub BJ: Effect of garlic and fish-oil supplementation on serum lipid and lipoprotein concentrations in hypercholesterolemic men. *Am J Clin Nutr* 65:445, 1997 [PMID 9022529]
  
68. Hertog MGL, Kromhout D, Aravanis C, et al: Flavonoid intake and long-term risk of coronary heart disease and cancer in the Seven Countries Study. *Arch Intern Med* 155:381, 1995
  
69. Keli SO, Hertog MGL, Feskens EJM, et al: Dietary flavonoids, antioxidant vitamins, and incidence of stroke: the Zutphen Study. *Arch Intern Med* 154:637, 1996
  
70. Rimm EB, Klatsky A, Grobbee D, et al: Review of moderate alcohol consumption and reduced risk of coronary heart disease: is the effect due to beer, wine, or spirits? *BMJ* 312:731, 1996
  
71. Camargo CA, Stampfer MJ, Glynn RJ, et al: Prospective study of moderate alcohol consumption and risk of peripheral arterial disease in US male physicians. *Circulation* 95:577, 1997 [PMID 9024142]
  
72. Camargo CA, Hennekens CH, Gaziano JM, et al: Prospective study of moderate alcohol consumption and mortality in US male physicians. *Arch Intern Med* 157:79, 1997 [PMID 8996044]
  
73. Thompson WG: Coffee: brew or bane? *Am J Med Sci* 308:49, 1994
  
74. Hinds TS, West WL, Knight EM, et al: The effect of caffeine on pregnancy outcome variables. *Nutr Rev* 54:203, 1996 [PMID 8918140]

75. Newby DE, Neilson JMM, Jarvie DR, et al: Caffeine restrictions has no role in the management of patients with symptomatic idiopathic ventricular premature beats. *Heart* 76:355, 1996 [PMID 8983684]
76. Pate RR, Pratt M, Blair SN, et al: Physical activity and public health: a recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA* 273:402, 1995 [PMID 7823386]
77. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness in healthy adults (position stand). *Med Sci Sports Exerc* 22:265, 1990
78. Huonker M, Halle M, Keul J: Structural and functional adaptations of the cardiovascular system by training. *Int J Sports Med* 17:S164, 1996 [PMID 9119538]
79. Tomanek RJ: Exercise-induced coronary angiogenesis: a review. *Med Sci Sports Exerc* 26:1245, 1994
80. Pelliccia A, Spataro A, Granata M, et al: Coronary arteries in physiological hypertrophy: echocardiographic evidence of increased proximal size in elite athletes. *Int J Sports Med* 11:120, 1990 [PMID 2140109]
81. Haskell WL, Sims C, Myll J, et al: Coronary artery size and dilating capacity in ultradistance runners. *Circulation* 87:1076, 1993 [PMID 8462135]
82. Paffenbarger RS Jr, Wing AL, Hyde RT, et al: Physical activity and incidence of hypertension in college alumni. *Am J Epidemiol* 117:245, 1983 [PMID 6829553]
83. Fagard RH: Physical fitness and blood pressure. *J Hypertens Suppl* 11(suppl 5):S47, 1993
84. Kokkinos PF, Narayan P, Collieran JA, et al: Effects of regular exercise on blood pressure and left ventricular hypertrophy in African-American men with severe hypertension. *N Engl J Med* 333:1462, 1995.
85. Hull SS Jr, Vanoli E, Adamson PB, et al: Exercise training confers anticipatory protection from sudden death during acute myocardial ischemia. *Circulation* 89:548, 1994 [PMID 8313542]

86. Colliander EB, Tesch PA: Blood pressure in resistance-trained athletes. *Can J Sports Sci* 13:31, 1988
87. Wiley RL, Dunn CL, Cox RH, et al: Isometric exercise training lowers resting blood pressure. *Med Sci Sports Exerc* 24:749, 1992 [PMID 1501558]
88. Graves JE, Pollock ML, Montain SJ, et al: The effect of hand-held weights on the physiological responses to walking exercise. *Med Sci Sports Exerc* 19:260, 1987 [PMID 3600240]
89. Stewart KJ: Resistive training effects on strength and cardiovascular endurance in cardiac and coronary prone patients. *Med Sci Sports Exerc* 21:678, 1989
90. Davis JA: Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. *Med Sci Sports Exerc* 17:6, 1985
91. Casaburi R, Patessio A, Franco I, et al: Reductions in exercise lactic acidosis and ventilation as a result of exercise training in patients with obstructive lung disease. *Am Rev Respir Dis* 143:9, 1991
92. McDermott JC, Elder GCB, Bonen A: Non-exercising muscle metabolism during exercise. *Pflugers Arch* 418:301, 1991
93. Anderson RA, Polansky MM, Bryden NA, et al: Effect of exercise (running) on serum glucose, insulin, glucagon, and chromium excretion. *Diabetes* 31:212, 1982 [PMID 6759238]
94. Felig P, Cherif A, Minagawa A, et al: Hypoglycemia during prolonged exercise in normal men. *N Engl J Med* 306:895, 1982 [PMID 7038492]
95. Perseghin G, Price TB, Peterson KF, et al: Increased glucose transport-phosphorylation and muscle glycogen synthesis after exercise training in insulin-resistant subjects. *N Engl J Med* 335:1357, 1996

96. Ebeling P, Bourey R, Koranyi L, et al: Mechanism of enhanced insulin sensitivity in athletes: increased blood flow, muscle glucose transport protein (GLUT-4) concentration, and glycogen synthase activity. *J Clin Invest* 92:1623, 1993 [PMID 8408617]
97. Helmrich SP, Ragland DR, Leung RW, et al: Physical activity and reduced occurrence of non-insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med* 325:147, 1991 [PMID 2052059]
98. Brooks GA: Amino acid and protein metabolism during exercise and recovery. *Med Sci Sports Exerc* 19(suppl):S150, 1987
99. Gwinup G: Weight loss without dietary restriction: efficacy of different forms of aerobic exercise. *Am J Sports Med* 15:275, 1987
100. Bielinski R, Schutz Y, Jequier E: Energy metabolism during the postexercise recovery in man. *Am J Clin Nutr* 42:69, 1985 [PMID 3893093]
101. Kokkinos PF, Holland JC, Narayan P, et al: Miles run per week and high-density lipoprotein cholesterol levels in healthy, middle-aged men: a dose-response relationship. *Arch Intern Med* 155:415, 1995
102. Williams PT: Relationship of distance run per week to coronary heart disease risk factors in 8283 male runners: the National Runners' Health Study. *Arch Intern Med* 157:191, 1997
103. Fiatarone MA, O'Neill EF, Ryan ND, et al: Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *N Engl J Med* 330:1769, 1994 [PMID 8190152]
104. Ades PA, Ballor DL, Ashikaga T, et al: Weight training improves walking endurance in healthy elderly persons. *Ann Intern Med* 124:568, 1996 [PMID 8597320]
105. Martin WH III, Coyle EF, Bloomfield SA, et al: Effects of physical deconditioning after intense endurance training on left ventricular dimensions and stroke volume. *J Am Coll Cardiol* 7:982, 1986

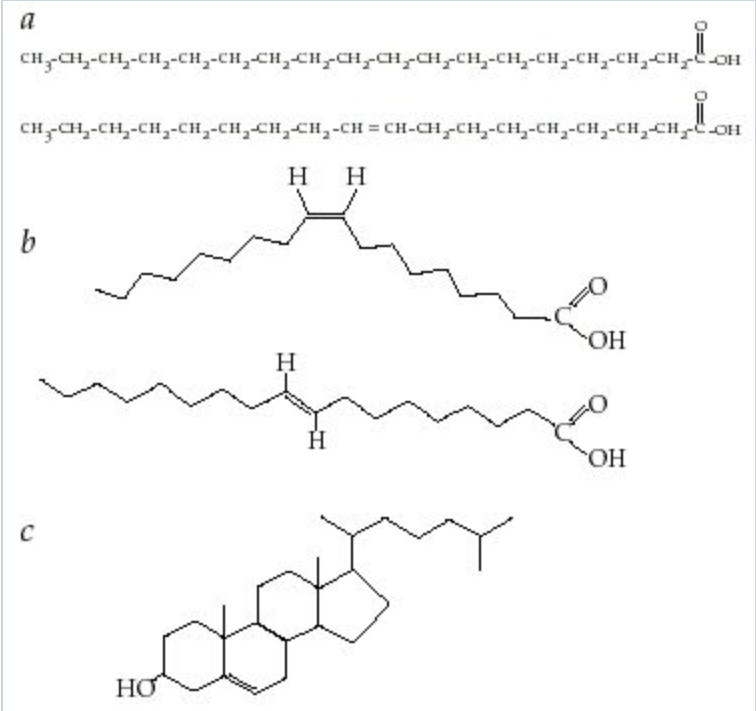
106. Bortz WM II: Disuse and aging. JAMA 248:1203, 1982
107. Ehsani AA, Ogawa T, Miller TR, et al: Exercise training improves left ventricular systolic function in older men. Circulation 83:96, 1991 [PMID 1984902]
108. Martin WH III, Ogawa T, Kohrt WM, et al: Effects of aging, gender, and physical training on peripheral vascular function. Circulation 84:654, 1991
109. Poehlman ET, McAuliffe TL, Van Houten DR, et al: Influence of age and endurance training on metabolic rate and hormones in healthy men. Am J Physiol 259:E66, 1990 [PMID 2196822]
110. Matheson GO, Macintyre JG, Taunton JE, et al: Musculoskeletal injuries associated with physical activity in older adults. Med Sci Sports Exerc 21:379, 1989 [PMID 2674589]
111. Posner JD, Gorman KM, Gitlin LN, et al: Effects of exercise training in the elderly on the occurrence and time to onset of cardiovascular diagnosis. J Am Geriatr Soc 38:205, 1990 [PMID 2313000]
112. Simonsick EM, Lafferty ME, Phillips CL, et al: Risk due to inactivity in physically capable older adults. Am J Public Health 83:1443, 1993 [PMID 8214236]
113. Benn SJ, McCartney N, McKelvie RS: Circulatory responses to weight lifting, walking, and stair climbing in older males. J Am Geriatr Soc 44:121, 1996 [PMID 8576499]
114. Fiatarone MA, Marks EC, Ryan ND, et al: High-intensity strength training in nonagenarians: effects on skeletal muscle. JAMA 263:3029, 1990 [PMID 2342214]
115. Cooper KH, Pollock ML, Martin RP, et al: Physical fitness levels vs selected coronary risk factors: a cross-sectional study. JAMA 236:166, 1976 [PMID 947012]
116. Bauman A, Owen N: Habitual physical activity and cardiovascular risk factors. Med J Aust 154:22, 1991



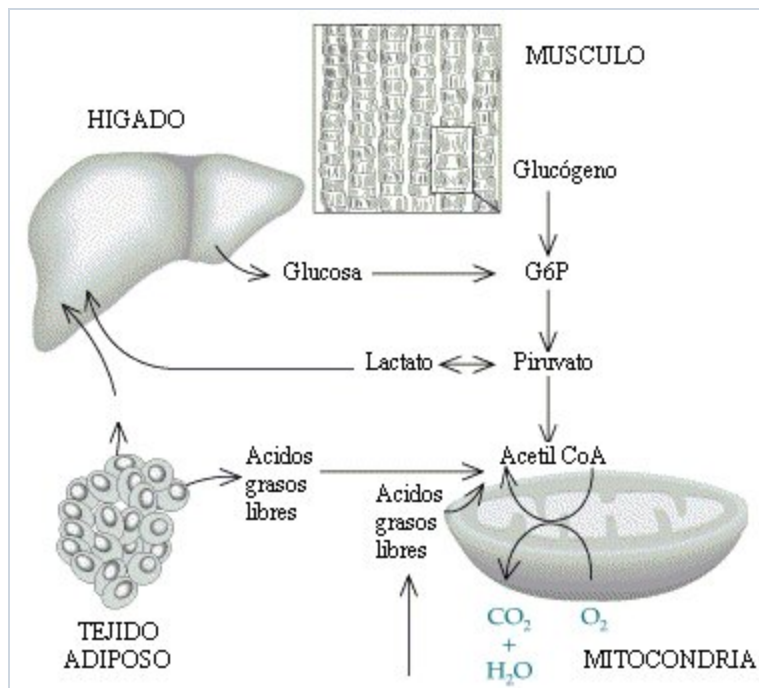
117. Sallis JF, Patterson TL, Buono MJ, et al: Relation of cardiovascular fitness and physical activity to cardiovascular disease risk factors in children and adults. *Am J Epidemiol* 127:933, 1988 [PMID 3358413]
118. Protective effect of physical activity on coronary heart disease. *MMWR* 36:426, 1987
119. Berlin JA, Colditz GA: A meta-analysis of physical activity in the prevention of coronary heart disease. *Am J Epidemiol* 132:612, 1990 [PMID 2144946]
120. Manson JE, Tosteson H, Ridker PM, et al: The primary prevention of myocardial infarction. *N Engl J Med* 326:1406, 1992
121. Shinton R, Sagar G: Lifelong exercise and stroke. *BMJ* 307:231, 1993 [PMID 8369683]
122. Giovannucci E, Ascherio A, Rimm EB, et al: Physical activity, obesity, and risk for colon cancer and adenoma in men. *Ann Intern Med* 122:327, 1995 [PMID 7847643]
123. Thune I, Brenn T, Lund E, et al: Physical activity and the risk of breast cancer. *N Engl J Med* 336:1269, 1997
124. Lee I-M, Paffenbarger RS Jr, Hsieh C: Physical activity and risk of prostatic cancer among college alumni. *Am J Epidemiol* 135:169, 1992
125. Lee I-M, Hsieh C-C, Paffenbarger RS Jr: Exercise intensity and longevity in men: the Harvard Alumni Health Study. *JAMA* 273:1179, 1995
126. Kushi LH, Fee RM, Folsom AR, et al: Physical activity and mortality in postmenopausal women. *JAMA* 277:1287, 1997 [PMID 9109466]
127. Cannistra LB, Balady GJ, O'Malley CJ, et al: Comparison of the clinical profile and outcome of women and men in cardiac rehabilitation. *Am J Cardiol* 69:1274, 1992 [PMID 1585859]

128. Lavie CJ, Milani RV, Littman AB: Benefits of cardiac rehabilitation and exercise training in secondary coronary prevention in the elderly. *J Am Coll Cardiol* 22:678, 1993 [PMID 8354798]
129. Squires RW, Lavie CJ, Brandt TR, et al: Cardiac rehabilitation in patients with severe ischemic left ventricular dysfunction. *Mayo Clin Proc* 62:997, 1987 [PMID 3669777]
130. Van Camp SP, Peterson RA: Cardiovascular complications of outpatient cardiac rehabilitation programs. *JAMA* 256:1160, 1986 [PMID 3735650]
131. Oldridge NB, Guyatt GH, Fischer ME, et al: Cardiac rehabilitation after myocardial infarction: combined experience of randomized clinical trials. *JAMA* 260:945, 1988 [PMID 3398199]
132. O'Connor GT, Buring JE, Yusuf S, et al: An overview of randomized trials of rehabilitation with exercise after myocardial infarction. *Circulation* 80:234, 1989 [PMID 2665973]
133. Fletcher GF, Froelicher VF, Hartley LH, et al: Exercise standards: a statement for health professionals from the American Heart Association. *Circulation* 82:2286, 1990 [PMID 2242557]
134. Sox HC, Littenberg B, Garber AM: The role of exercise testing in screening for coronary artery disease. *Ann Intern Med* 110:456, 1989 [PMID 2493211]
135. Siscovick DS, Ekelund LG, Johnson JL, et al: Sensitivity of exercise electrocardiography for acute cardiac events during moderate and strenuous physical activity. *Arch Intern Med* 151:325, 1991 [PMID 1992960]
136. Paffenbarger RS Jr, Wing AL, Hyde RT: Physical activity as a heart attack risk in college alumni. *Am J Epidemiol* 108:161, 1978 [PMID 707484]
137. Dailey SM, Oberman A: The athletic heart. *Heart Disease and Stroke* 2:53, 1993 [PMID 8149090]

138. Mittleman MA, Maclure M, Tofler GH, et al: Triggering of acute myocardial infarction by heavy physical exertion. *N Engl J Med* 329:1677, 1993 [PMID 8232456]
139. Siscovick DS, Weiss NS, Fletcher RH, et al: The incidence of primary cardiac arrest during vigorous exercise. *N Engl J Med* 311:874, 1984 [PMID 6472399]
140. Mahler DA: Exercise-induced asthma. *Med Sci Sports Exerc* 25:554, 1993
141. Horan RF, Sheffer AL: Exercise-induced anaphylaxis. *Immunology and Allergy Clinics of North America* 12:559, 1992
142. Kulpa PJ, White BM, Visscher R: Aerobic exercise in pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 156:1395, 1987 [PMID 3591854]
143. Lane NE, Michel B, Bjorkengren A, et al: The risk for osteoarthritis with running and aging: a 5-year longitudinal study. *J Rheumatol* 20:461, 1993 [PMID 8478853]



**Figura 1** Estructura de los ácidos grasos y el colesterol. ( a ) El ácido esteárico (arriba) es un ácido graso saturado. El ácido oleico (abajo) es un ácido graso omega-9 monoinsaturado. (b) El ácido oleico (arriba) tiene un doble enlace cis . El ácido elaidico (abajo) tiene un doble enlace trans . ( c ) El colesterol tiene una estructura semejante a los ácidos grasos.



**Figura 2** Cambios metabólicos durante el ejercicio Durante el ejercicio, la estimulación del tejido adiposo por las catecolaminas moviliza con rapidez ácidos grasos libres para alcanzar niveles en sangre que son seis veces el nivel normal, mucho más de lo que el músculo puede usar. La glucosa derivada del hígado y el glucógeno del músculo se fosforilan al inicio paa formar glucosa-6-fosfato (G6P). La G6P, los ácidos grasos libres del tejido adiposo y los propios triglicéridos del músculo son metabolizados a acetil coenzima A (acetil CoA). Este compuesto sufre metabolismo oxidativo en el ciclo mitocondrial de Krebs (azul), proporcionando energía al músculo en ejercicio.