

Prevención cardiovascular (III)

Ejercicio, piedra angular de la prevención cardiovascular

Araceli Boraita Pérez

Servicio de Cardiología. Centro de Medicina del Deporte. Consejo Superior de Deporte. Madrid. España.

La falta de actividad física es un problema de salud pública que se reconoce como un factor independiente de riesgo de enfermedad coronaria. El riesgo relativo de la inactividad es similar al de la hipertensión arterial, la hipercolesterolemia y el tabaquismo, por lo que el sedentarismo se asocia a un aumento simultáneo de las enfermedades cardiovasculares. La práctica regular de ejercicio físico a una intensidad ligera-moderada induce una serie de adaptaciones que producen los beneficios para la salud. Diferentes estudios han mostrado una relación inversa entre ejercicio habitual y riesgo de enfermedad coronaria, eventos cardíacos y muerte. El ejercicio mejora el perfil lipídico y el control de la glucemia, reduce o previene la hipertensión arterial, la obesidad y el estrés, mejora la forma física y aumenta la longevidad. Sin embargo, la mayoría de las evidencias de sus beneficios se extraen de estudios observacionales, y aunque el consumo máximo de oxígeno y el tiempo de ejercicio durante la prueba de esfuerzo son potentes predictores de mortalidad, no hay acuerdo en la cantidad y la intensidad de la actividad física necesaria en prevención primaria y secundaria. Por otro lado, aunque durante la realización de un ejercicio extenuante aumenta temporalmente el riesgo de infarto agudo de miocardio, el balance entre los riesgos y los beneficios es claramente favorable a éstos, aunque hay un umbral mínimo de gasto energético semanal necesario para disminuir el riesgo cardiovascular.

Palabras clave: Ejercicio. Beneficios y riesgos. Prevención cardiovascular.

Exercise as the Cornerstone of Cardiovascular Prevention

Lack of physical activity in the general population is a public health problem and is recognized as an independent risk factor for the development of coronary disease. The relative risk of inactivity is similar to that of hypertension, hypercholesterolemia and smoking. Consequently, a sedentary lifestyle is associated with a concurrent increase in cardiovascular disease. Engaging regularly in mild-to-moderate physical exercise results in a range of physiological adaptations that are beneficial for health. Various studies have demonstrated that there is an inverse relationship between regular exercise and the risk of coronary heart disease, cardiac events and death. Exercise improves the lipid profile and glycemic control, reduces or prevents hypertension, obesity and stress, and promotes fitness and longevity. However, most evidence for the benefits of exercise comes from observational studies and, although maximum oxygen uptake and the duration of exercise on an exercise stress test are powerful predictors of mortality, there is no agreement on the quantity or intensity of the physical activity needed for primary or secondary prevention. On the other hand, although there is a temporarily increased risk of acute myocardial infarction during exhaustive exercise, the balance of risks and benefits is strongly in favor of the benefits because there is a minimum threshold for the weekly energy expenditure required to reduce cardiovascular risk.

Key words: Exercise. Risks and benefits. Cardiovascular disease prevention.

Full English text available from: www.revespcardiol.org

INTRODUCCIÓN

La relación entre el ejercicio y sus beneficios para la salud es sabida, sin embargo la pérdida de actividad física sigue siendo un problema de salud pública. La disminución del trabajo físico ha causado peor forma

física, y este cambio de hábitos a un estilo de vida más sedentario resulta perjudicial para el individuo y potencialmente costoso para la sociedad, ya que se ha acompañado de un aumento simultáneo del número de enfermedades cardiovasculares. Los humanos, como los animales, disminuyen la actividad física a medida que se hacen mayores, y en la sociedad moderna el nivel de actividad física voluntaria declina tan pronto se alcanza la madurez. Si se tiene en cuenta la importancia del ejercicio para mantener la salud cardiovascular y muscular, no es sorprendente que los adultos inactivos tengan un deterioro en su capacidad funcional y en la tolerancia a los esfuerzos físicos.

Sección patrocinada por el Laboratorio Dr. Esteve

Correspondencia: Dra. A. Boraita.
El Greco, s/n. 28040 Madrid. España.
Correo electrónico: araceli.boraita@csd.mec.es

Por otro lado, disponemos de la suficiente información en la literatura médica que demuestra los efectos beneficiosos de la actividad física en la salud y la longevidad¹. El ejercicio, cuando forma parte de las actividades laborales y recreativas, tiene un efecto beneficioso en la prevención de la cardiopatía isquémica, la disminución de la mortalidad global y la mejora de la calidad de vida, lo que ha supuesto que el ejercicio físico tenga un importante papel en la prevención de numerosas afecciones y sea de gran utilidad para retrasar los efectos negativos del envejecimiento en el aparato cardiovascular.

EJERCICIO FÍSICO Y DEPORTE

Actividad física y ejercicio no son términos intercambiables, aunque con cierta frecuencia se usen de manera indistinta e incluso se utilice como sinónimos ejercicio físico y deporte. Actividad física es cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que tiene como resultado un gasto de energía. Ejercicio físico es un concepto diferente, ya que es un tipo de actividad física planificada, estructurada y repetitiva que tiene como finalidad el mantenimiento o la mejora de uno o más componentes de la forma física. Por aptitud física o forma física se entiende la capacidad de desempeñar una actividad física de intensidad ligera-moderada sin fatiga excesiva. El concepto de aptitud física incluye diferentes variables de aptitud cardiovascular, respiratoria, de composición corporal, fortaleza y elasticidad muscular y flexibilidad¹. El deporte comprende el juego organizado que lleva consigo la realización de esfuerzo físico que se atiene a una estructura establecida y está organizado dentro de un contexto de reglas formales y explícitas respecto a conductas y procedimientos. El deporte es una actividad física e intelectual que tiene un componente competitivo y de espectáculo e implica un entrenamiento físico.

Los deportes son muy diferentes entre sí, como también los factores que limitan cada especialidad². Atendiendo a sus características bioenergéticas los deportes se clasifican en: *a)* aeróbicos, en los que predominan los ejercicios de larga duración e intensidad ligera-moderada, en los que el aporte de O₂ es fundamental para obtener energía (p. ej., prueba de maratón); *b)* anaeróbicos alácticos, ejercicios de muy corta duración y muy alta intensidad en los que el aporte energético proviene del adenosintrifosfato (ATP) y la fosfocreatina (p. ej., el atletismo con pruebas de 50 y 60 m); *c)* anaeróbicos lácticos, ejercicios de corta duración y alta intensidad (p. ej., el atletismo en 400 m), y *d)* mixtos, es decir, aeróbicos-anaeróbicos (p. ej., fútbol, baloncesto y vóleybol). Por lo tanto, comparar los efectos de deportes diferentes puede resultar realmente difícil, ya que los cambios metabólicos varían según la vía energética utilizada de forma predominante, que a su vez puede ser distinta según se trate de un entrenamiento o de una competición³.

TIPOS DE EJERCICIO FÍSICO

El fenómeno contráctil es un proceso que requiere energía, y el ATP es la única fuente inmediata de energía para la contracción muscular. El músculo esquelético utiliza tres fuentes de energía para su contracción: el sistema anaeróbico aláctico (involucrado en actividades de duración < 15-30 s y elevada intensidad), el anaeróbico láctico o glucólisis anaeróbica (ejercicios de máxima intensidad y una duración de 30-90 s) y el sistema aeróbico u oxidativo (fuente energética de forma predominante alrededor de los 2 min de ejercicio).

El organismo obtiene la energía a partir de la utilización de los sustratos energéticos (hidratos de carbono y grasas principalmente) con o sin la participación del oxígeno (vías metabólicas energéticas aeróbica y anaeróbica respectivamente). La vía aeróbica es la más rentable para el organismo (mayor producción de ATP por unidad de sustrato) y con productos finales que no producen fatiga, y es la vía metabólica más importante en ejercicios de larga duración. Su limitación puede encontrarse en cualquier punto del sistema de transporte de oxígeno desde la atmósfera hasta su utilización en las mitocondrias periféricas. Hay que tener en cuenta que hay un solapamiento de estos tres sistemas energéticos, por lo que la vía energética utilizada predominantemente en una actividad física depende de su intensidad y su duración. Factores determinantes en la utilización de los sustratos energéticos son la intensidad del ejercicio (a mayor intensidad, mayor contribución de los hidratos de carbono a la producción de energía), la duración (a mayor duración, mayor contribución de las grasas), la cantidad de hidratos de carbono previa al ejercicio y el estado físico. En la figura 1 se pone de manifiesto cómo a partir de cierta intensidad de ejercicio la participación del metabolismo anaeróbico láctico es más importante en la producción de energía, a pesar de que el metabolismo aeróbico sigue contribuyendo al aporte energético. Hay que notar que cuando se realiza un ejercicio intenso, por encima del umbral anaeróbico, la máxima concentración de lactato en sangre se obtiene una vez cesa el ejercicio, debido a que se tarda un tiempo en aclarar la gran concentración del ácido láctico acumulado en el músculo.

La intensidad de un ejercicio puede expresarse en términos relativos a la capacidad funcional de cada persona, como porcentaje del consumo máximo de oxígeno (VO_{2máx}) o en equivalentes metabólicos (MET). El VO_{2máx} indica la capacidad de trabajo físico de un individuo y refleja de forma general el sistema de transporte de oxígeno desde la atmósfera hasta su utilización en el músculo. La intensidad de ejercicio en la que hay una mayor eficiencia respiratoria, y en la que el aporte de energía es suministrado predominantemente por el metabolismo aeróbico, se corresponde con el umbral aeróbico. La intensidad de esfuerzo a partir de la cual se incrementa de una manera importante el metabo-

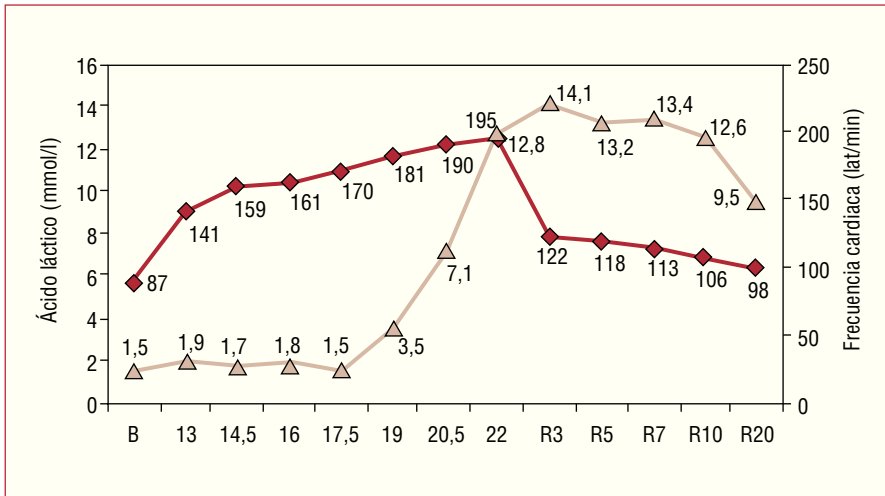


Fig. 1. Concentración de lactato en sangre de un atleta de medio fondo de alto nivel español durante un test de campo según protocolo incremental en la pista de atletismo, con velocidad inicial de 13 km/h, incrementos de 1,5 km/h cada 4 min y velocidad final de 22 km/h. La lactacidemia fue similar a los valores de reposo hasta 17,5 km/h, por tratarse de un deportista altamente entrenado. A partir de ese momento se incrementa la concentración de lactato en sangre y llega a 12,8 mmol/l en el esfuerzo máximo y alcanza su valor máximo en el minuto 3 de la recuperación (14,1 mmol/l). Cortesía del Dr. Manuel Rabadán (Centro de Medicina del Deporte. Consejo Superior de Deporte. Madrid).

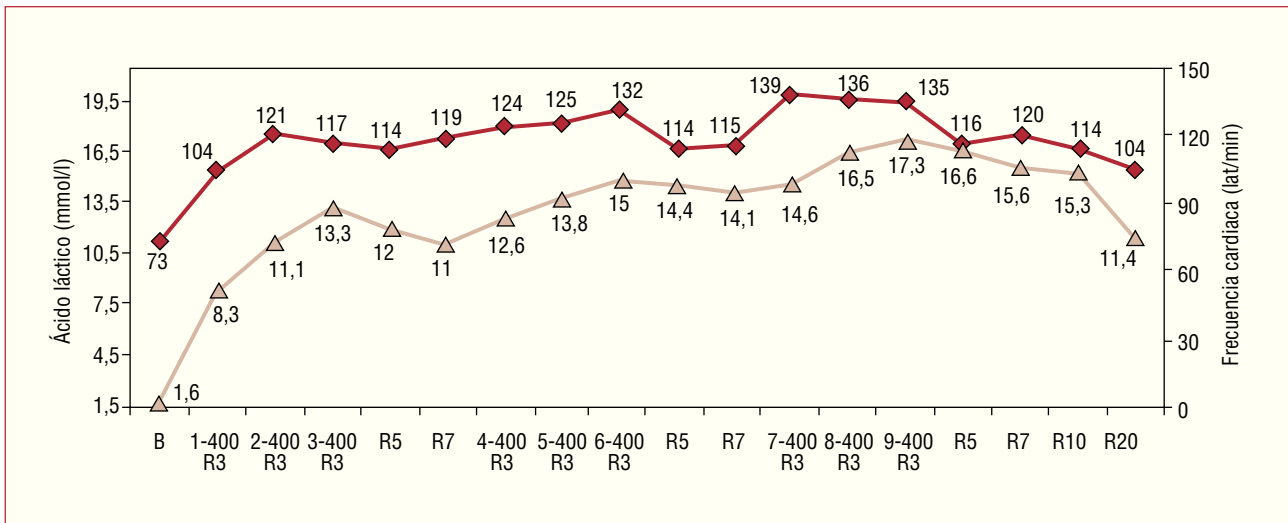


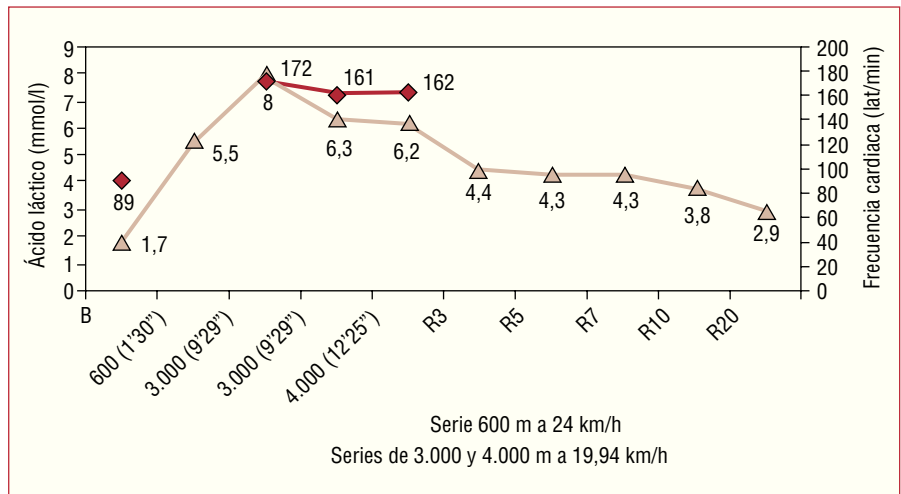
Fig. 2. Concentración de lactato en sangre de un atleta de velocidad de 400 metros de alto nivel español durante un test de campo. El atleta realizó 3 bloques de series de 400 m con 10 min de recuperación entre bloques y 4 min de recuperación entre series. Los valores de lactato se tomaron en el minuto 3 de la recuperación de cada serie. Entre bloques se determinó el lactato también en los minutos 5 y 7 de la recuperación. Este gráfico muestra que el ejercicio de alta intensidad de alrededor de 1 min de duración exige la participación del metabolismo anaeróbico láctico. Cortesía del Dr. Manuel Rabadán (Centro de Medicina del Deporte. Consejo Superior de Deporte. Madrid).

mo anaeróbico y no es compensado o asimilado por el organismo, de forma que aparece la fatiga, se corresponde con el umbral anaeróbico. En personas entrenadas éste aparece al realizar esfuerzos físicos más intensos, lo que significa que la persona entrenada es capaz de realizar ejercicio de mayor intensidad sin fatigarse⁴. La figura 2 muestra que un ejercicio intenso de alrededor de 1 min de duración exige la participación del metabolismo anaeróbico láctico. En él se puede observar que, cuando se repite un ejercicio intenso sin tiempo suficiente de recuperación, se produce una acumulación de lactato en el torrente sanguíneo por falta de tiempo para aclarar la gran concentración del ácido láctico acumulado en el músculo. La figura 3 muestra que con un ejercicio físico en situación de estabilidad metabólica, en el umbral anaeróbico o por debajo de él, los

valores de lactato en sangre se mantienen constantes, incluso a pesar de haber realizado previamente un esfuerzo físico intenso anaeróbico láctico.

El ejercicio físico según el tipo de contracción muscular se clasifica en dinámico o isotónico y estático o isométrico. Ejercicio dinámico es aquel en el que hay contracción y relajación sucesivas de las fibras musculares; por ejemplo, correr o nadar. Por sus características, suelen ser ejercicios prolongados que se realizan con consumo de oxígeno, por lo que también suelen ser denominados «aeróbicos». Por ejercicio estático o isométrico se entiende aquel en el que se genera tensión en las fibras musculares sin cambios importantes en la longitud muscular (como ejemplo más característico, mantener la posición tras levantamiento de pesas). En general son ejercicios intensos y no sue-

Fig. 3. Concentración de lactato en sangre de un atleta de fondo de alto nivel español durante un test de campo para la confirmación del umbral anaeróbico. Las determinaciones de lactacidemia se realizaron a los 30 s de la serie de 600 m y de las dos series de 3.000 m, así como a los 30 s y en los minutos 3, 5, 7, 10 y 20 de la recuperación de la serie de 4.000 m. Se puede observar, a diferencia de las figs. 1 y 2, que a esta intensidad de ejercicio por debajo del umbral anaeróbico los valores de lactato en sangre disminuyen al cesar el ejercicio. Cortesía del Dr. Manuel Rabadán (Centro de Medicina del Deporte. Consejo Superior de Deporte. Madrid).



len ser muy prolongados, en los que la utilización del oxígeno es escasa, por lo que este tipo de ejercicios son de predominio «anaeróbico». En realidad, en la mayoría de los ejercicios el tipo de actividad muscular es mixta y su clasificación se hace en función del tipo de contracción predominante.

Las actividades físicas pueden ser realizadas a distinta intensidad, por lo que el coste energético cambia en función de la intensidad y la duración. Una forma física moderada permite realizar actividades que supongan un gasto energético de unas 150 kcal/día, lo que requiere realizar actividades de una intensidad entre 3 y 6 MET. Actividades de esta intensidad son, por ejemplo, caminar rápidamente (4,8-6,4 km/h), practicar ciclismo a 13 km/h, nadar con esfuerzo moderado, jugar al golf, cortar el césped o realizar la limpieza doméstica⁵. La tabla 1 muestra ejemplos de actividades físicas de la vida cotidiana que suponen un gasto de unas 150 kcal/día o 1.000 kcal/semana para un varón adulto de unos 70 kg de peso. Al tratarse de actividades que pueden ser realizadas a distinta intensidad, la duración es inversa a la intensidad del esfuerzo realizado. La tabla 2 muestra el tiempo necesario de práctica de diferentes deportes para consumir 150 kcal dependiendo del peso del individuo, el tipo de actividad y su intensidad.

BENEFICIOS DEL EJERCICIO

La actividad física de tipo aeróbico, es decir de larga duración, intensidad ligera-moderada (individualizada para cada persona) y realizada con asiduidad, produce una serie de adaptaciones de distinta índole (osteomusculares, metabólicas, respiratorias y cardiovasculares) que producen los beneficios para la salud. El entrenamiento propio de los deportes con predominio del ejercicio dinámico y de resistencia induce adaptaciones morfológicas y funcionales cardiovasculares: dis-

TABLA 1. Actividades de la vida cotidiana de intensidad moderada (3-6 MET)

	Tiempo (min)
Actividades de la vida cotidiana	
Limpieza de ventanas y suelos	45-60
Lavar y encerar el coche	45-60
Trabajos de jardinería	30-45
Moverse en silla de ruedas manual	30-40
Caminar a 4,8 km/h	35
Rastrillar hojas	30
Empujar un cochecito	30
Caminar a 6,4 km/h	30
Subir escaleras	15
Quitar nieve con pala	15
Ejercicios de intensidad moderada	
Toques de balón de fútbol	30-45
Lanzamientos a canasta	30
Bailes de salón	30
Ejercicios de agua aeróbicos	30
Correr a 9,6 km/h	15
Saltar la comba	15

Actividades que suponen gastar unas 150 kcal/día o 1.000 kcal/semana para un varón adulto de unos 70 kg de peso. Se puede observar que cuanto más vigorosa es la actividad menos tiempo se necesita para alcanzar el gasto calórico.

minución de la frecuencia cardíaca, aumento del volumen de las cavidades y del grosor de los espesores parietales, incremento del volumen sistólico y aumento de la densidad capilar miocárdica (número de capilares por miofibrilla) y de su capacidad de dilatación⁶. Los estudios realizados en deportistas de diferentes especialidades respaldan el concepto de un único tipo de hipertrofia, y han hallado un mayor incremento de la masa ventricular izquierda en los deportes de resistencia que en los de potencia^{7,8}.

Diversos estudios, realizados tanto en animales como en humanos, han descrito adaptaciones en las ar-

TABLA 2. Tiempo necesario para que adultos de 60-100 kg de peso consuman 150 kcal con diferentes actividades deportivas

Intensidad	Actividad	MET	Duración (min)				
			60 kg	70 kg	80 kg	90 kg	100 kg
Moderada	Vóleibol	3	48	43	36	32	29
Moderada	Ciclismo 10 km/h, bádminton dobles	3,5	41	37	31	27	25
Moderada	Ciclismo a 13 km/h, natación a 18 m/min, tenis de mesa, bádminton individual, tenis dobles, golf arrastrando los palos, equitación, vela	4	36	32	27	24	21
Alta	Carrera a 8 km/h, ciclismo a 18 km/h, tenis individual, esquí alpino, esquí acuático	7	20	18	15	13	12
Alta	Hockey hierba, baloncesto, fútbol, circuito de pesas	8	18	16	13	12	11
Muy alta	Carrera a más de 10 km/h, esquí de travesía, squash	10	14	13	11	10	9

terias coronarias en relación con la hipertrofia fisiológica. Se han encontrado adaptaciones estructurales y metabólicas, aumento en la densidad capilar proporcional al engrosamiento de la pared del miocardio, aumento del calibre de los vasos coronarios, especialmente de su capacidad de vasodilatación, y aumento de la permeabilidad capilar^{6,9,10}. Todas ellas van dirigidas a mantener una adecuada perfusión miocárdica durante la práctica del ejercicio físico para facilitar el riego sanguíneo del músculo cardíaco. En pacientes con enfermedad coronaria, el entrenamiento físico mejora la función endotelial de los vasos coronarios epicárdicos y los vasos de resistencia¹¹. Cortas sesiones repetitivas de ejercicio intenso mejoran la vasodilatación dependiente del endotelio en 4 semanas, y por otro lado el ejercicio aeróbico regular previene la pérdida de la vasodilatación relacionada con la edad y la normaliza en varones de mediana edad o ancianos previamente sedentarios¹². El ejercicio puede favorecer la producción de citocinas protectoras contra la aterosclerosis¹³. En pacientes con cardiopatía isquémica, el entrenamiento mejora la función autonómica cardíaca, que se refleja en una sensibilidad aumentada de los barorreceptores y la variabilidad de la frecuencia cardíaca¹⁴.

La función autoinmunitaria también es modulada por el ejercicio, con una relación en forma de J. El ejercicio moderado mejora la función normal de las células citolíticas, los linfocitos T y B circulantes y los monocitos y macrófagos, con lo que puede disminuir la incidencia de infecciones y de algunos cánceres. Por el contrario, una sesión de ejercicio de alta intensidad resulta en un marcado descenso en la función inmunitaria celular, especialmente si se tiene una mala forma física¹⁵⁻¹⁷.

En lo que respecta a la mortalidad, la mayoría de los datos provienen de estudios observacionales¹⁸. En uno de los pocos estudios aleatorizados de 2 años de caminar en 229 mujeres posmenopáusicas, a los 10 años de seguimiento no se encontraron evidencias de reducción de la mortalidad en el grupo de intervención¹⁹.

Otros estudios observacionales, sin embargo, indican que entre quienes practican ejercicio regularmente la mortalidad por todas las causas está reducida²⁰⁻²⁴. En un estudio retrospectivo de 12 años de seguimiento, realizado en 10.269 alumnos de Harvard, los varones con actividad deportiva de intensidad moderada tenían un 23% menos riesgo de muerte que los menos activos. La mejoría en la supervivencia con el ejercicio fue equivalente y aditiva a las otras medidas de estilo de vida, tales como el abandono del hábito tabáquico y el control de la cifras de presión arterial y el peso²⁵. Aunque moderados niveles de actividad física muestran beneficios para la salud, cantidades mayores de actividad parecen mostrar mayor protección²⁶. Aumentos progresivos de la actividad física han mostrado una reducción en la mortalidad total. Los varones y las mujeres mayores de 50 años que realizan ejercicio físico intenso (carrera continua u otras actividades aeróbicas) tienen menos mortalidad por todas las causas que los controles con ejercicio menos intenso. Datos procedentes del estudio de Framingham muestran que una actividad física moderada y alta, comparada con la de baja intensidad, incrementa la esperanza de vida de los varones en 1,3 y 3,7 años, y se observan similares resultados en las mujeres, en las que aumenta en 1,5 y 3,7 años²⁷. Sin embargo, otro estudio realizado en una población de 302 voluntarios activos (edad, 70-82 años) respalda la idea de que el gasto energético diario medido por estudio metabólico con agua marcada con radioisótopos se correlaciona mejor con el beneficio en la mortalidad que el nivel de intensidad de la actividad física realizada²⁸.

En relación con su acción sobre el aparato cardiovascular, diferentes estudios han mostrado una relación inversa entre ejercicio habitual y el riesgo de enfermedad coronaria, eventos cardíacos y muerte^{25,29-35}. El ejercicio tiene efectos beneficiosos en el perfil lipídico (reducción de las lipoproteínas de baja densidad y los triglicéridos, aumento de las lipoproteínas de alta densidad), la composición corporal, la capacidad aeróbica

TABLA 3. Efectos beneficiosos del ejercicio

Efectos antiaterogénicos	
Previene o reduce la hipertensión arterial	
Aumenta la sensibilidad a la insulina y la utilización de la glucosa, con lo que disminuye el riesgo de diabetes mellitus no dependiente de insulina	
Mejora el perfil lipídico: disminuye el colesterol de las lipoproteínas de baja densidad y los triglicéridos; aumenta el colesterol de las lipoproteínas de alta densidad	
Aumenta la utilización de la grasa corporal y ayuda a controlar el peso	
Efectos antitrombóticos	
Mejora la circulación sanguínea y la actividad fibrinolítica	
Disminuye el riesgo de enfermedad cardiovascular y accidentes cerebrovasculares	
Efectos en la calidad de vida y la supervivencia	
Mejora de la fuerza y la resistencia muscular, lo que incrementa la capacidad para realizar otras actividades físicas de la vida diaria	
En personas de mayor edad, ayuda a retrasar o prevenir las enfermedades crónicas y las asociadas con el envejecimiento	
Disminuye el riesgo de muerte y aumenta la longevidad	
Favorece el manejo del estrés	
Ayuda a conciliar el sueño y mejorar su calidad	
Ayuda a combatir la ansiedad y la depresión y aumenta el entusiasmo y el optimismo	
Mejora en la imagen personal	
Otros efectos	
Mejor digestión y regularidad del ritmo intestinal	
Menor riesgo de algunos tipos de cáncer (mama, próstata, colon)	
Previene la pérdida de hueso (mejor crecimiento óseo y retención de calcio)	
Ayuda a establecer unos hábitos de vida cardiosaludables en los niños	
Reduce el gasto médico	

y la hemostasia, con lo que disminuye el riesgo de trombosis. El ejercicio mejora el control de la glucemia y la sensibilidad a la insulina y previene el desarrollo de diabetes mellitus tipo 2 en pacientes de alto riesgo³⁶.

Los beneficios del ejercicio son múltiples, y diferentes estudios han puesto de manifiesto que reduce o previene la obesidad³⁷⁻⁴⁰, retrasa la ganancia de peso después de dejar de fumar⁴¹, disminuye la colelitiasis⁴² e incluso tiene un modesto efecto protector contra el cáncer⁴³⁻⁴⁷. En personas ancianas mejora su estado funcional y su autonomía, previene o retrasa el deterioro cognitivo y disminuye la incidencia de enfermedad de Alzheimer⁴⁸⁻⁵¹. Los efectos del ejercicio van más allá de los beneficios cardiovasculares y se resumen en la tabla 3.

RIESGOS DEL EJERCICIO

El ejercicio físico, además de las lesiones osteomusculares, presenta otros efectos adversos, unos cardiovasculares como pueden ser las arritmias, la muerte súbita o el infarto de miocardio, y otros musculares

como la rhabdomiólisis⁵². Se produce un aumento transitorio del riesgo de muerte súbita durante la realización de un ejercicio intenso, incluso para los varones sanos; sin embargo, el riesgo absoluto durante un episodio aislado de ejercicio es muy bajo, 1/1.510.000 episodios de ejercicio en el Physicians' Health Study⁵³. En ese estudio, durante 12 años de seguimiento ocurrieron 122 muertes súbitas de 21.481 médicos varones que estaban inicialmente libres de enfermedad cardiovascular. El riesgo relativo de muerte súbita cardiaca durante un ejercicio intenso o en los 30 min siguientes fue de 16,9 (IC del 95%, 10,5-27; $p < 0,001$); sin embargo, el ejercicio habitual intenso atenúa dicho riesgo. Lo mismo sucede en las mujeres, como se observa en el Nurses Health Study⁵⁴, en el que durante el seguimiento de 69.693 mujeres entre 1986 y 2004 ocurrieron 288 muertes súbitas durante un ejercicio intenso, lo que supuso un riesgo relativo de 2,38 (IC del 95%, 1,23-4,6; $p > 0,01$). En ellas el riesgo total fue extremadamente bajo, de 1 muerte cada 36,5 millones de horas de ejercicio, e igual que para los varones, el ejercicio regular moderado o intenso tiene un efecto protector (riesgo relativo = 0,41 en mujeres que realizaban ejercicio 4 h por semana o más, comparadas con las sedentarias).

Los mecanismos postulados en la muerte súbita durante el ejercicio incluyen las arritmias, especialmente taquicardia o fibrilación ventricular, y la isquemia coronaria aguda secundaria a rotura de la placa y la trombosis coronaria. El espasmo coronario también ha sido descrito como mecanismo causal en arterias coronarias enfermas. Sin embargo, el ejercicio regular moderado o intenso tiene un efecto atenuante del riesgo de arritmias auriculares y ventriculares durante una sesión de ejercicio intenso, en parte por la mejora del aporte de O₂ miocárdico y la reducción del tono simpático.

Por otro lado, durante la realización de una actividad física extenuante aumenta temporalmente el riesgo de un infarto agudo de miocardio (IAM), especialmente para quienes no realizan ejercicio de manera regular^{52,55,56}. En un estudio de 1.194 varones con diagnóstico de IAM, el ejercicio intenso (actividad ≥ 6 MET) intervino en el 7,1% de los casos al inicio del infarto. El riesgo relativo (RR) durante un ejercicio intenso o en la hora siguiente fue 2,1, más alto en los pacientes que hacían menos de 4 h semanales de ejercicio regular que en quienes hacían más de 4 h a la semana (RR = 6,9 y RR = 1,3 respectivamente; $p < 0,01$)⁵⁵. En otro trabajo, el RR durante el ejercicio fue 10 veces mayor que el riesgo en otras circunstancias⁵⁶.

Finalmente, aunque con el ejercicio intenso se han descrito múltiples efectos perjudiciales (crisis de broncoconstricción, hipertermia o hipotermia, deshidratación, urticaria e incluso anafilaxia), los efectos beneficiosos del ejercicio regular para la salud superan con creces este riesgo.

LA FALTA DE EJERCICIO COMO UN PROBLEMA DE SALUD

Se considera que la actividad física inadecuada es un factor independiente de riesgo de enfermedad coronaria. Aproximadamente el 12% de la mortalidad total en Estados Unidos está relacionada con la falta de actividad física regular y la inactividad está asociada con un incremento de al menos el doble del riesgo de un evento coronario, con un RR similar al de la hipertensión arterial (HTA), la hipercolesterolemia o el tabaquismo⁵⁷. Se estima en unas 200.000 muertes/año por cardiopatía isquémica, cáncer o diabetes mellitus tipo 2 relacionadas con el sedentarismo^{20,58-60}.

Por el contrario, la actividad física regular y la buena forma física cardiovascular disminuyen la mortalidad total. En el estudio prospectivo realizado por Blair et al²⁹ para valorar la relación entre los cambios en la forma física y el riesgo en la mortalidad, los autores realizaron un seguimiento de 9.777 varones durante una media de 5,1 años. Todos tuvieron dos controles de salud, con un intervalo medio de 4,9 años, que incluía una prueba de esfuerzo máxima para determinar los cambios o la pérdida de la forma física. En el seguimiento hubo 223 fallecimientos por todas las causas y 87 de origen cardiovascular. La mayor mortalidad ajustada por la edad para todas las causas se observó en los sujetos con mala forma física en los dos controles (122/10.000 varones-años). Por el contrario, la más baja tasa de mortalidad se encontró en los varones con buena forma física en ambos reconocimientos (39,6/10.000 varones-años). Entre los individuos que mejoraron su forma entre los controles, la tasa de muerte ajustada para la edad fue 67,7/10.000 varones-años. Esto supone una reducción en el riesgo de mortalidad del 44% (IC del 95%, 25%-59%) respecto a los que permanecieron inactivos en ambos controles. La mejoría en la forma física se asoció con menor mortalidad ajustada por la edad, el estado de salud y otros factores de riesgo de mortalidad prematura. Por cada minuto de aumento de tiempo de ejercicio en cinta sinfín entre ambas pruebas de esfuerzo, hubo un descenso del 7,9% en el riesgo de mortalidad ($p = 0,001$). En consecuencia, este estudio muestra que los varones que mantienen o mejoran su buena forma física tienen menos probabilidad de morir por cualquier causa y por enfermedad cardiovascular que los varones en mala forma física.

A pesar de que la población mundial se está concienciando de esta relación y cada vez hay más personas embarcadas en programas de ejercicio, en un país superdesarrollado como Estados Unidos todavía un 25% de los adultos no realizan actividad física de tiempo libre y sólo el 15% sigue las recomendaciones de 30 min de ejercicio moderado 5 días por semana⁶¹. Las encuestas de población siguen indicando que los niveles de actividad física son bajos en Estados Uni-

dos, por lo que un reciente estudio ha descrito la prevalencia de baja forma física en la población de edad entre 12 y 49 años y su relación con los factores de riesgo de cardiopatía isquémica. Se analizó una cohorte del National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2002, que incluía a 3.110 adolescentes de 12-19 años de edad y 2.205 adultos de 20-49 años, libres de enfermedad cardiovascular, a los que se realizó una prueba de esfuerzo en cinta sinfín hasta alcanzar al menos un 75-90% de su frecuencia cardiaca máxima teórica. Se identificó baja forma física en el 33,6% de los adolescentes (aproximadamente 7,5 millones de adolescentes estadounidenses) y en el 13,9% de los adultos (aproximadamente 8,5 millones de adultos); la prevalencia fue similar en adolescentes, mujeres y varones (el 34,4 y el 32,9% respectivamente; $p = 0,40$), pero fue más alta en las mujeres adultas que en los varones (el 16,2 y el 11,8%; $p = 0,03$). En todos los grupos de edad y sexo, el índice de masa corporal y el perímetro de la cintura se relacionaron inversamente con la forma física. El colesterol total y la presión arterial sistólica fueron más altos y las concentraciones de colesterol de las HDL fueron menores en el grupo de mala forma física respecto al de buena forma física⁶².

Por otro lado, el aumento de la obesidad infantil en los países industrializados se atribuye a la falta de actividad física, que se está haciendo cada vez más patente en la infancia. Llama la atención que el estilo de vida sedentario puede comenzar en la primera infancia, como se refleja en el estudio realizado por Reilly et al⁶³ en niños escoceses entre 3 y 5 años. En estos niños el comportamiento era sedentario el 79% del tiempo a los 3 años y el 76% a los 5 años, y el tiempo medio utilizado en actividades físicas representaba sólo el 2% de las horas monitorizadas a los 3 años y el 4% a los 5 años. En nuestro país, diferentes estudios apoyan la importancia del sedentarismo en relación con la obesidad infantil y juvenil y con el riesgo cardiovascular^{64,65}.

EL EJERCICIO EN LA PREVENCIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA

La evidencia de los trabajos clínicos para establecer los beneficios del ejercicio en prevención primaria y secundaria es inadecuada debido a múltiples factores. Los estudios aleatorizados no tienen una buena adherencia porque, por un lado, desde un punto de vista ético o práctico, es difícil asignar al grupo control a los individuos activos que realizan ejercicio de manera habitual y, por otro, después de varios años de seguimiento el nivel de ejercicio puede llegar a ser similar en ambos grupos. Además, dichos estudios suelen tener pocos pacientes, por lo que muestran un beneficio poco significativo. Por ello no todos los trabajos llegan a las mismas conclusiones sobre el efecto del ejercicio en la disminu-

ción del riesgo cardiovascular. Oja⁶⁶, en su revisión de 19 estudios observacionales y 15 estudios aleatorizados de prevención primaria en población inactiva y sana, que incluían a varones y mujeres de mediana edad y ancianos, no encuentra una clara correlación. Por un lado, los resultados de los estudios transversales y longitudinales indican una gradual relación dosis-respuesta entre la cantidad de actividad física y todas las causas de mortalidad, accidentes cardiovasculares y diferentes factores de riesgo coronario, con beneficios similares en varones y mujeres. Por el otro, los estudios aleatorizados mostraron una clara y gradual respuesta entre cantidad de ejercicio y consumo de oxígeno, pero no entre aquélla y los factores de riesgo. En consecuencia, la mayoría de los beneficios del ejercicio se extraen de estudios observacionales en los que los pacientes que hacen ejercicio regular presentan significativamente menos cardiopatía isquémica y un riesgo reducido de parada cardíaca primaria⁶⁷.

Existen numerosos estudios que demuestran una relación inversa entre actividad física y energía consumida, ejercicio físico y forma física, y el riesgo de cardiopatía isquémica y muerte, tanto en varones como en mujeres, de diferentes grupos étnicos y de distintos países^{22,25,26,29,30,33,68-75}. El beneficio del ejercicio en relación con el riesgo de infarto de miocardio se ha demostrado en el estudio INTERHEART⁶⁸ con pacientes de 52 países. La actividad física regular se asoció con una *odds ratio* (OR) para el primer infarto de 0,86 con un riesgo atribuible poblacional del 12%. Este efecto beneficioso se observó en varones y mujeres, en jóvenes y ancianos y en todos los países. Sin embargo, no hay acuerdo en la cantidad y la intensidad de la actividad física necesaria en prevención primaria. Las actividades físicas de moderada intensidad incorporadas en el estilo de vida parecen tener beneficios comparables a los derivados de un programa de ejercicio estructurado. Se han planteado distintos trabajos para comprobar la influencia del ejercicio en la salud cardiovascular de diferentes colectivos, y entre ellos cabe destacar el realizado por Sesso et al⁶⁹ en la población del Harvard Alumni Health Study. En ese trabajo se siguió durante 16 años (1977-1993) a 12.516 varones con una media de edad de $57,7 \pm 9$ años, con el objeto de determinar el efecto de la actividad física en el riesgo cardiovascular. La actividad física semanal se midió sobre la base de los kilojulios o las kilocalorías ($4,2 \text{ kJ} = 1 \text{ kcal}$) consumidos semanalmente subiendo escalones, metros caminados y actividades recreativas o deportivas realizadas en el último año. La media de actividad física fue de $8.362 \pm 8.215 \text{ kJ/semana}$ y el 74,1% de ellos realizaban actividades recreativas o deportivas. La mayoría de la energía fue gastada en actividades moderadas (4-6 MET) o intensas ($\geq 6 \text{ MET}$) con una contribución del 37,4 y el 56,1% del total de energía semanal consumida. Durante el seguimiento

ocurrieron 2.135 casos de enfermedad coronaria, de los cuales 576 correspondieron a infarto de miocardio, 512 a angina de pecho, 207 a revascularización coronaria y 840 a muerte cardíaca. En el modelo ajustado por la edad hubo asociación en forma de L entre los niveles de actividad física y el riesgo de coronariopatía, con una reducción del 23% del riesgo para una actividad física de 4.200 kJ/semana, y no se observó una reducción adicional del riesgo en actividades por encima de 8.400 kJ/semana. Además, se halló que la asociación con los factores de riesgo cardiovascular no modificaba la relación inversa entre actividad física y riesgo cardiovascular. Los varones de edad < 60 años con una actividad $\geq 4.200 \text{ kJ/semana}$ mostraban menos riesgo coronario que los inactivos. Este gasto energético se consigue realizando todos los días de la semana actividades como caminar deprisa, nadar o montar en bicicleta por recreo o realizando reparaciones domésticas o trabajos de jardinería durante 30 min al día. Ese estudio también indica que las actividades intensas están asociadas con reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares, mientras que las actividades moderadas o ligeras no presentan una clara reducción del riesgo. Además, un estilo de vida físicamente activo puede aminorar el riesgo de factores de riesgo concomitantes. En particular, los varones de 60 o más años que gastan $\geq 4.200 \text{ kJ/semana}$ sólo presentan pequeños incrementos del riesgo cardiovascular en presencia de factores de riesgo coronario. Según los resultados de este estudio, el total de actividad física semanal ($> 4.200 \text{ kJ/semana}$) muestra la mayor reducción del riesgo cardiovascular. Las actividades moderadas o ligeras, que pueden ser medidas con menos precisión, presentan una disminución no significativa del 10% del riesgo cardiovascular.

Por ello, en otros trabajos como el de Lee et al⁷² se utiliza la percepción individual de la intensidad de la actividad física como criterio de valoración. Ésta también parece afectar al riesgo, de tal manera que los que tienen la sensación de realizar un ejercicio moderado o intenso tienen menor riesgo cardiovascular que quienes lo sienten como ligero o menos intenso.

Si tenemos en cuenta la población de mujeres, hay que hacer referencia al trabajo de Stampfer et al⁷⁶, que siguieron durante 14 años a 84.129 mujeres libres de enfermedad cardiovascular, cáncer y diabetes. Se registraron 1.128 accidentes coronarios (296 muertes y 832 IAM no fatales). Las mujeres de bajo riesgo (no fumadoras, con un índice de masa corporal (IMC) < 25 , que practican ejercicio moderado o intenso más de 30 min/día, ingieren $> 10 \text{ g}$ de alcohol/día y llevan una dieta cardiosaludable) tuvieron un RR de enfermedad coronaria de 0,17. Teniendo en cuenta estos datos, si toda la población fuera de bajo riesgo, se podría haber evitado el 82% de los eventos coronarios.

En otro estudio realizado en 70.000 mujeres posmenopáusicas, tanto caminar como el ejercicio intenso se

asociaban con una reducción del riesgo de eventos cardiovasculares independientemente de la edad, la raza o el IMC⁷³.

Sin embargo, la forma física y la capacidad cardiorespiratoria tienen una fuerte y gradual asociación inversa con la mortalidad total, tanto cardiovascular como no cardiovascular. El consumo máximo de oxígeno y el tiempo de ejercicio durante la prueba de esfuerzo son potentes predictores de mortalidad. En el seguimiento de 1.294 finlandeses sin enfermedad cardiovascular, pulmonar o cáncer durante más de 10 años, el RR de muerte mostró una relación con el consumo máximo de oxígeno. Después de ajustar para la edad, los años de seguimiento, el hábito tabáquico y el consumo de alcohol, el RR en el grupo de mala forma física ($VO_{2\text{máx}} < 27,6$ ml/kg/min) fue de 2,76 para las muertes de cualquier tipo y 3,09 para las de origen cardiovascular, respecto al de varones con buena forma física ($VO_{2\text{máx}} > 37,1$ ml/kg/min). Con respecto al tiempo de prueba de esfuerzo, en el grupo de menos de 8 min los RR fueron 3,94 y 4,54, respectivamente, respecto a los que habían hecho más de 11 min⁷⁰. La peor forma cardiorespiratoria conlleva un riesgo comparable en importancia al de las cifras de presión sistólica elevadas, el tabaquismo, la obesidad y la diabetes.

En cuanto al tipo y la intensidad del ejercicio necesario para obtener beneficios cardiovasculares, se evaluaron en una cohorte de 44.452 varones de entre 40 y 75 años, pertenecientes al Health Professionals' Follow-up Study⁷⁴. Durante 475.755 pacientes-años de seguimiento, hubo 1.700 nuevos casos de cardiopatía isquémica. La actividad física total, la carrera, las pesas y el remo se correlacionaron con una reducción significativa del riesgo cardiovascular. Los varones que corrían al menos 1 h/semana tuvieron una reducción del 42% del riesgo. Los que entrenaban con pesas al menos 30 min/semana y los que remaban al menos 1 h/semana tuvieron una reducción del riesgo del 23 y el 18% respectivamente. Los RR correspondientes a intensidades moderada (4-6 MET) y alta (6-12 MET) fueron 0,94 y 0,83 respecto a la baja intensidad (< 4 MET). Caminar 30 min/día a paso ligero se asoció con una reducción del riesgo del 18%.

No está claro cuál debe ser la duración de la sesión de ejercicio para disminuir el riesgo cardiovascular; aunque el tiempo no parece influir, sí influye la cantidad de energía gastada en cada sesión, de tal forma que consumir gran cantidad de energía reduce el riesgo ajustado por la edad⁷¹. La capacidad funcional del individuo, después de ajustarla para la edad, medida en MET durante una prueba de esfuerzo máxima, se comporta como un potente predictor de mortalidad en varones con y sin enfermedad cardiovascular. Por cada MET que se incrementa la capacidad de ejercicio, se mejora un 12% la supervivencia⁷⁵. Similares datos se hallaron en el análisis de 3.043 individuos (1.431 varones y 1.612 mujeres) del estudio de Framingham que

realizaron una prueba de esfuerzo en cinta sinfín para determinar su utilidad para predecir enfermedad coronaria. Los pacientes fueron seguidos 18,2 años y las variables utilizadas para evaluar el riesgo fueron la depresión del segmento ST, la incapacidad de alcanzar el 85% de la frecuencia cardíaca máxima teórica y la capacidad de ejercicio. Esta última variable presentó el menor riesgo de cardiopatía, de tal manera que, por cada MET que se incrementaba la capacidad de ejercicio, el riesgo se disminuía en un 13%⁷⁷. Resultados similares obtuvieron otros trabajos realizados en mujeres asintomáticas, en cuyo seguimiento el riesgo de complicaciones cardiovasculares estaba en relación inversa con la forma física expresada como tiempo de ejercicio durante la prueba de esfuerzo^{78,79}.

En relación con los efectos del ejercicio en los factores de riesgo cardiovascular, la mala forma física parece asociarse con el desarrollo de diabetes, hipertensión y síndrome metabólico tanto en sujetos jóvenes como de mediana edad. En el estudio CARDIA⁸⁰ se siguió a 5.000 varones y mujeres de 18-30 años de edad durante 15 años. Durante el seguimiento las incidencias de nuevos casos de diabetes, hipertensión y síndrome metabólico fueron del 0,3, el 1,3 y el 1% por año respectivamente. Los individuos con baja forma física (inferior al percentil 20) presentaron 3-6 veces más probabilidad de desarrollar estos factores de riesgo que los que presentaban buena forma física (mayor que el percentil 60). En otro estudio realizado en una población de 9.007 varones (edad, 44 ± 9 años; IMC, 25 ± 3) y 1.491 mujeres (edad, 44 ± 9 años; IMC, 22 ± 2), se analizó prospectivamente la relación entre forma física y síndrome metabólico. En el seguimiento (media, 5,7 años) el síndrome metabólico se desarrolló en el 15% de los varones y el 3,8% de las mujeres, con probabilidad significativamente más baja en los terciles de media y alta forma física en los varones (tasas de riesgo, 0,74 y 0,47 respectivamente) y en el tercil de alta forma física en las mujeres (tasa de riesgo, 0,37)⁸¹.

Finalmente, en cuanto a la prevención secundaria, diferentes estudios señalan que el ejercicio beneficia a los pacientes que tienen cardiopatía isquémica^{73,82-85}. La actividad física recreativa ligera o moderada de al menos 4 h/semana o caminar más de 40 min/día disminuyen la incidencia tanto de muerte por cualquier causa como la de origen cardiovascular en pacientes con enfermedad coronaria⁸². En un metaanálisis realizado en 2005 por Clark et al⁸³ se revisaron 63 estudios aleatorizados con el fin de valorar la eficacia de diferentes programas de rehabilitación cardíaca, con y sin ejercicio, en pacientes con cardiopatía isquémica documentada (la mayoría postinfarto). Esos autores observaron que el ejercicio aislado produce una significativa reducción de la mortalidad por todas las causas (el 6,2 frente al 9%; tasa de riesgo, 0,72; IC del 95%, 0,51-0,95).

TABLA 4. Componentes de un programa de ejercicio en pacientes con hipertensión arterial

Tipo de ejercicio Isotónico o dinámico con implicación de grandes masas musculares. Entrenamiento de fuerza (ejercicios isométricos)	Caminar, carrera suave, carrera de intensidad moderada, natación, bicicleta, bailar...
Intensidad Ejercicio isotónico moderado de la escala de Borg ^{*95} : 60-80% de la FCMT; 40-65% de la FC de reserva + FC reposo; 40-65% del $VO_{2máx}$ Ejercicio isométrico: 40-50% de 1 RM	FC de entrenamiento aplicando la fórmula de Karvonen ⁹⁴ Una serie por ejercicio sin que la presión arterial sistólica supere 150 mmHg y la diastólica, 100 mmHg
Frecuencia 3 sesiones a la semana de ejercicio isotónico	Individuos con baja capacidad funcional deben repartir en 2-3 sesiones/día de 10-15 min
Duración de la sesión Ejercicio isotónico: inicio del programa, 20 min; fase de mantenimiento, 30-60 min Ejercicio isométrico: 8-10 repeticiones por aparato	Añadir 5 min previos de ejercicios de calentamiento (calisténicos) y 5 min finales de ejercicios de enfriamiento (estiramientos)
Tiempo Indefinido	

La frecuencia cardíaca máxima (FCM) se puede determinar en función de su valor teórico o como el pico de frecuencia cardíaca (FC) alcanzado en una prueba de esfuerzo máxima. La FC de reserva se obtiene restando a la FC máxima la FC de reposo. La ventaja de aplicar la FC de reserva es que se elimina la influencia que pueda tener el sistema neurohormonal en la FC, así como la acción de los fármacos. RM: carga máxima que se pueda mover.

*Escala de Borg: escala de percepción subjetiva de ejercicio.

Las observaciones descritas han llevado a la mayoría de las sociedades médicas y cardiológicas a promover el ejercicio como parte del cambio hacia un estilo de vida cardiosaludable^{86,87}, con lo que se reconoce que una actividad física adecuada constituye un valioso complemento terapéutico para el control y el tratamiento de la enfermedad coronaria y los factores de riesgo cardiovascular.

DIFERENTES RECOMENDACIONES Y PAUTAS DE ACTIVIDAD FÍSICA

Ejercicio en la hipertensión arterial

En los pacientes hipertensos, el $VO_{2máx}$ alcanzado durante una prueba de esfuerzo tiene significación pronóstica. Cifras bajas de $VO_{2máx}$ se asocian de forma significativa e independiente con mayores incidencia de eventos cardiovasculares y mortalidad total en pacientes con HTA, por lo que el efecto beneficioso del ejercicio va más allá de la simple disminución de las cifras de presión arterial.

Los programas de ejercicio con actividades de alto componente dinámico previenen el desarrollo de HTA o bajan la presión sanguínea en adultos con presión arterial normal o HTA. Sin embargo, el efecto de la actividad física en la presión arterial es más acentuado en los pacientes hipertensos, y se reduce una media de 6-7 mmHg en la presión arterial sistólica y la diastólica, frente a 3 mmHg en los normotensos⁸⁸. No se ha podido demostrar que la edad, el peso y la raza influyan en

el efecto hipotensor del entrenamiento, y aunque no está clara la influencia del sexo, la respuesta hipotensora parece ser ligeramente menor en las mujeres.

En cuanto a las características del programa de entrenamiento, parece que todos los tipos de ejercicio, incluidos los ciclos con pesas, disminuyen los valores de presión arterial en hipertensos. Hasta el momento no parece que haya acuerdo sobre la intensidad de ejercicio más adecuada, aunque los de intensidad moderada producen disminuciones similares o incluso superiores a las producidas por los de gran intensidad. En lo que respecta al tipo de ejercicio, la mayor parte de los autores se ponen de acuerdo sobre la efectividad de programas que incluyan actividades aeróbicas como andar, trotar o correr, nadar, montar en bicicleta o bailar a una intensidad moderada (un 40-60% del máximo consumo de O_2 o un 60-75% de la frecuencia cardíaca máxima), con una duración por sesión de 30-45 min y al menos 4-5 días por semana^{88,89}. Se pueden realizar circuitos de pesas, una serie de 8-10 repeticiones por ejercicio, de intensidad entre el 40 y el 50% de una repetición máxima individual (1 RM), de tal manera que no se sobrepasen valores de 150 mmHg de presión arterial sistólica y 100 mmHg de presión arterial diastólica. Los programas de entrenamiento mixtos que incluyan tanto ejercicios de resistencia como de fuerza, además de asegurar el efecto antihipertensivo deseado, favorecen que el entrenamiento resulte más ameno y disminuyen los abandonos. La tabla 4 muestra las características de un programa de ejercicio para pacientes con HTA.

TABLA 5. Programa de ejercicio para modificar el perfil lipídico

Tipo de ejercicio	Isotónico o dinámico con implicación de grandes masas musculares	Caminar vigorosamente, carrera, natación, bicicleta...
Intensidad	55-65% de la FCM; 50-60% de la FC de reserva + FC reposo; 50-60% del $VO_{2m\acute{a}x}$	FC de reserva = FCM – FC reposo (fórmula de Karvonen ⁹⁴)
Frecuencia	3-5 sesiones a la semana	Individuos con baja capacidad funcional deben repartir en dos sesiones de menor duración/día
Duración de la sesión	Inicio del programa: 20-30 min; fase de mantenimiento: 40-50 min	Añadir 10 min previos de ejercicios de calentamiento (calisténicos) y 10 min finales de ejercicios de enfriamiento (estiramientos)
Tiempo	Jóvenes: 6-12 meses Adultos > 50 años: 2 años	

FC: frecuencia cardiaca; FCM: frecuencia cardiaca máxima.

Ejercicio en la hipercolesterolemia

La respuesta de los lípidos al ejercicio aeróbico en varones no entrenados parece ser independiente de los valores previos de colesterol y puede deberse, en parte, al aumento de la actividad de la lipoproteinlipasa. Inmediatamente después de una sesión de ejercicio aeróbico a una intensidad equivalente al 70% de su consumo máximo de oxígeno, se produce una reducción del colesterol total y el de las LDL, que vuelven a concentraciones basales a las 24 h⁹⁰. La reducción de la concentración sérica de triglicéridos y el incremento de las fracciones HDL-C y HDL3-C, al igual que el aumento de actividad de la lipoproteinlipasa, se mantienen elevadas durante más tiempo (al menos 48 h). Apenas existen estudios que demuestren el comportamiento de los valores lipídicos durante un programa de entrenamiento y los efectos pueden variar en relación con la naturaleza de la dislipemia. Las altas cifras de colesterol, triglicéridos y razón colesterol total/colesterol HDL se correlacionan con mayores reducciones tras el ejercicio, mientras que las bajas concentraciones de colesterol HDL se asocian con menores incrementos en respuesta al ejercicio.

En relación con la edad, para obtener mejoras en la lipemia los ancianos requieren programas de ejercicio más prolongados que los de los jóvenes. Con respecto al sexo, los triglicéridos no difieren en su respuesta al ejercicio en ambos sexos, pero el colesterol HDL presenta una respuesta más atenuada en mujeres. Es un hecho que los deportistas presentan concentraciones de HDL más altas y de LDL inferiores a las observadas en individuos con un estilo de vida sedentaria⁹¹; sin embargo, la intensidad a la que se debe realizar un programa de ejercicio para obtener beneficio en el perfil lipídico es un parámetro todavía sin establecer. Se ha observado que, tras un período de entrenamiento aeróbico de 12 semanas a intensidad moderada-elevada, se producen cambios positivos en el perfil lipídico, aunque no se ha podido determinar el límite a partir del cual se obtienen los beneficios⁹².

Por otro lado, parece que tienen más importancia la frecuencia, la duración de la sesión de ejercicio y el tiempo empleado desde el inicio en el programa de entrenamiento a la hora de obtener beneficios en el perfil lipídico. En general, se recomiendan sesiones a menor intensidad y más prolongadas para asegurar un gasto calórico suficiente. En poblaciones jóvenes, períodos de 6-12 meses son suficientes para lograr incrementos en el colesterol HDL, pero en los adultos de 50 años o más deben ser más prolongados, de al menos 2 años, para lograr las adaptaciones del metabolismo lipídico, aunque desde el inicio de un programa de ejercicio regular muestren una mejoría del estado físico y pequeñas modificaciones en las cifras de colesterol HDL. La tabla 5 muestra las características de un programa de entrenamiento para mejorar el perfil lipídico.

Ejercicio y diabetes mellitus tipo 2

Con la edad se incrementa la prevalencia de la diabetes mellitus tipo 2 asociada con la pérdida de la masa muscular, y se estima que al menos el 25% de su incidencia es atribuible a un estilo de vida sedentario. Diferentes estudios han mostrado disminución de la incidencia de diabetes mellitus tipo 2 en individuos físicamente activos, y el estudio finlandés de prevención de la diabetes ha estimado una reducción del riesgo en un 58% cuando se compara a los individuos activos con los sedentarios⁹³.

Los efectos del ejercicio aeróbico en el control de la glucemia son dispares y parece que sólo ciertos subgrupos se benefician, como los pacientes con diabetes mellitus tipo 2 tratados con dieta y con buen control de la glucemia. Los pacientes con diabetes mellitus tipo 2 obtienen beneficios a los 12 meses con ejercicio aeróbico (el 75% del $VO_{2m\acute{a}x}$) durante 45 min dos veces a la semana y una vez a la semana 25 min de series de 2 min (el 85% del $VO_{2m\acute{a}x}$) con recuperaciones de 3 min (el 50% del $VO_{2m\acute{a}x}$). El beneficio consiste en una pérdida de casi el 50% de la grasa abdominal y un incremento del 23% en la masa muscular, con un des-

TABLA 6. Componentes de un programa de ejercicio en pacientes con diabetes mellitus tipo 2

Tipo de ejercicio	Isotónico o dinámico con implicación de grandes masas musculares. Entrenamiento de fuerza (ejercicios isométricos)	Caminar vigorosamente, carrera, natación, bicicleta, esquí nórdico
Intensidad	Ejercicio isotónico moderado-intenso de la escala de Borg ⁹⁵ ; 70-80% de la FCM; 60-75% de la FC de reserva + FC reposo; 60-75% del VO _{2máx}	FC de entrenamiento aplicando la fórmula de Karvonen ⁹⁴
Frecuencia	Ejercicio isométrico: 40-50% de 1 RM 3 sesiones a la semana de ejercicio isotónico; 2 sesiones de entrenamiento de fuerza	Circuitos de pesas y aparatos con mucho volumen y poca intensidad Individuos con baja capacidad funcional deben repartir en 2-3 sesiones/día de 10-15 min
Duración de la sesión	Ejercicio isotónico: inicio del programa: 15 min; fase de mantenimiento: 35-40 min Ejercicio isométrico: 10-15 repeticiones por aparato	Añadir 5 min previos de ejercicios de calentamiento (calisténicos) y 5 min finales de ejercicios de enfriamiento (estiramientos)
Tiempo	Indefinido	

FCM: frecuencia cardíaca máxima; FC de reserva = FCM – FC en reposo; RM: carga máxima que se puede mover.

censo significativo de los valores de glucohemoglobina (HbA_{1c}) y un aumento en la sensibilidad a la insulina. Además, el entrenamiento de fuerza produce un incremento de la fuerza muscular con una notable mejoría en la HbA_{1c}, y hay una estrecha relación entre el control de la glucemia y la masa muscular. Estos hallazgos están en consonancia con la patogenia de este tipo de diabetes, por lo que se debería incluir un entrenamiento de fuerza en los programas de ejercicio destinados al control de la glucemia. Un programa de 12 meses de ejercicio controlado mejora el IMC, disminuye la HbA_{1c} un 0,26%, la presión arterial sistólica en 7,7 mmHg, el colesterol total en 0,33 mmol/l y el fibrinógeno en 0,28 mmol/l, mientras que la simple recomendación de ejercicio no se acompaña de cambios en las variables fisiológicas ni bioquímicas⁹³. En consecuencia, para que un programa de entrenamiento en diabéticos tipo 2 resulte eficaz, debe incluir ejercicio de moderada intensidad dinámica y un alto grado de entrenamiento de fuerza, de tal manera que se obtenga una mejoría en la capacidad cardiorrespiratoria, la fuerza muscular y los diferentes parámetros fisiológicos y bioquímicos.

La tabla 6 muestra las características de un programa de ejercicio óptimo para diabéticos tipo 2.

Ejercicio en la obesidad

La obesidad es un factor de riesgo coronario menor según el estudio de Framingham, y no parece que aumente el riesgo de mortalidad en varones en buen estado físico. El beneficio cardiovascular que se obtiene incrementando la actividad física es superior al del control de la dieta para reducir peso. El entrenamiento físico asociado a dieta hipocalórica reduce el peso corporal, preferentemente el porcentaje de peso graso, al incrementar el gasto energético y los índices metabóli-

cos en reposo. La reducción del peso se asocia con una mejoría en la resistencia a la insulina, los marcadores inflamatorios como la proteína C reactiva, las presiones arteriales diastólica y sistólica y el perfil lipídico⁹⁴.

Además, la actividad física también puede contrarrestar el aumento de masa grasa que se produce con la edad. De hecho, las mujeres deportistas mayores tienen significativamente menos cantidad de grasa corporal que las mujeres sedentarias de la misma edad (el 15 frente al 27%). Sin embargo, hay que tener en cuenta que, para que se pierda una cantidad significativa de grasa, se requiere un programa de entrenamiento de al menos 20 min/día, 3 días a la semana, con intensidad y duración suficientes para quemar 300 kcal por sesión. Las actividades aeróbicas (caminar, correr, montar en bicicleta) son las más aconsejadas y todas reducen por igual la grasa corporal, mientras que las actividades anaeróbicas (pesas) aumentan la masa muscular pero tienen menos efecto en la cantidad de grasa.

CONCLUSIONES

El balance entre riesgos y beneficios de la práctica de actividad física es claramente favorable a los beneficios, sobre todo cuando la práctica es regular, aunque parece que hay un umbral de gasto energético semanal mínimo para disminuir el riesgo cardiovascular. Las actividades físicas de moderada-alta intensidad con un consumo ≥ 1.000 kcal/semana son las que muestran mayor beneficio. Por el contrario, el sedentarismo en relación con la cardiopatía isquémica presenta un riesgo un 30% superior al de la dislipemia y la hipertensión, únicamente superado por el tabaquismo. En consecuencia, el ejercicio debe ser considerado como la piedra angular en la que deben basarse las modificaciones del estilo de vida para la prevención de la enfermedad cardiovascular.

BIBLIOGRAFÍA

1. U.S. Department of Health and Human Services. Physical activity and health: A report of the Surgeon General. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion; 1996.
2. Reilly T, Secher N, Snell P, Williams C, editores. Physiology of sports. 1.^a ed. London: Chapman & Hall; 1990.
3. McArdle W, Katch F, Katch V. Fisiología del ejercicio. Energía, nutrición y rendimiento humano. 2.^a ed. Madrid: Alianza; 1995. p. 119-36.
4. Rabadan M. Test de campo. En: Segovia JC, López-Silvarrey FJ, Legido JC, editores. Manual de valoración funcional. Madrid: Elsevier; 2008. p. 293-305.
5. Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CA, Bouchard C, et al. Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA*. 1995;273:402-7.
6. Zeppilli P, Corsetti R. Adattamenti cardiocircolatori nelle diverse discipline sportive. En: Zeppilli P, editor. *Cardiologia dello sport*. 2.^a ed. Roma: CESI; 1996. p. 37-78.
7. Pellicia A, Maron BJ, Spataro A, Proschan MA, Spirito P. The upper limit of physiological cardiac hypertrophy in highly trained elite athletes. *N Engl J Med*. 1991;324:295-301.
8. Spirito P, Pellicia A, Proschan MA, Granata M, Spataro A, Bellone P, et al. Morphology of the «athlete's heart» assessed by echocardiography in 947 elite athletes representing 27 sports. *Am J Cardiol*. 1994;74:802-6.
9. Pellicia A, Spataro A, Granata M, Biffi A, Caselli G, Alabiso A. Coronary arteries in physiological hypertrophy: ecocardiographic evidence of increase proximal size in elite athletes. *Int J Sports Med*. 1990;11:120-6.
10. Haskell WL, Sims C, Myll J, Bortz WM, St Goar FG, Alderman EL. Coronary arteries size and dilating capacity in ultradistance runners. *Circulation*. 1993;87:1076-82.
11. Hambrecht R, Wolf A, Gielen S, Linke A, Hofer J, Erbs S, et al. Effect of exercise on coronary endothelial function in patients with coronary artery disease. *N Engl J Med*. 2000;342:454.
12. DeSouza CA, Shapiro LF, Clevenger CM, Dinunno FA, Monahan KD, Tanaka H, et al. Regular aerobic exercise prevents and restores age-related declines in endothelium-dependent vasodilation in healthy men. *Circulation*. 2000;102:1351.
13. Smith JK. Exercise and atherogenesis. *Exerc Sport Sci Rev*. 2001;29:49-53.
14. Iellamo F, Legramante JM, Massaro M, Raimondi G, Galante A. Effects of a residential exercise training on baroreflex sensitivity and heart rate variability in patients with coronary artery disease. A randomized, controlled study. *Circulation*. 2000;102:2588-92.
15. Pedersen BK, Uum H. NK cell response to physical activity: Possible mechanisms of action. *Med Sci Sports Exerc*. 1994;26:140-6.
16. Wood JA, Davis JM. Exercise, monocyte/macrophage function, and cancer. *Med Sci Sports Exerc*. 1994;26:147-56.
17. Shephard RJ, Shek PN. Cancer, immune function, and physical activity. *Can J Appl Physiol*. 1995;20:1-25.
18. Batty GD. Physical activity and coronary heart disease in older adults. A systematic review of epidemiological studies. *Eur J Public Health*. 2002;12:171-6.
19. Pereira MA, Kriska AM, Day RD, Cauley JA, LaPorte RE, Kuller LH. A randomized walking trial in postmenopausal women: effects on physical activity and health 10 years later. *Arch Intern Med*. 1998;158:1695-701.
20. Powell KE, Blair SN. The public health burdens of sedentary living habits: Theoretical but realistic estimates. *Med Sci Sports Exerc*. 1994;26:851-6.
21. Andersen LB, Schnohr P, Schroll M, Hein HO. All-cause mortality associated with physical activity during leisure time, work, sports, and cycling to work. *Arch Intern Med*. 2000;160:1621-8.
22. Kujala UM, Kaprio J, Sarna S, Koskenvuo M. Relationship of leisure-time physical activity and mortality: The Finnish twin cohort. *JAMA*. 1998;279:440-4.
23. Gregg EW, Cauley JA, Stone K, Thompson TJ, Bauer DC, Cummings SR, et al. Relationship of changes in physical activity and mortality among older women. *JAMA*. 2003;289:2379-86.
24. Hu FB, Willett WC, Li T, Stampfer MJ, Colditz GA, Manson JE. Adiposity as compared with physical activity in predicting mortality among women. *N Engl J Med*. 2004;351:2694-703.
25. Paffenbarger RS Jr, Hyde RT, Wing AL, Lee IM, Jung DL, Kampert JB. The association of changes in physical-activity level and other lifestyle characteristics with mortality among men. *N Engl J Med*. 1993;328:538-45.
26. Manson JE, Hu FB, Rich-Edwards JW, Colditz GA, Stampfer MJ, Willett WC, et al. A prospective study of walking as compared with vigorous exercise in the prevention of coronary heart disease in women. *N Engl J Med*. 1999;341:650-8.
27. Franco OH, De Laet C, Peeters A, Jonker J, Mackenbach J, Nusselder W. Effects of physical activity on life expectancy with cardiovascular disease. *Arch Intern Med*. 2005;165:2355-60.
28. Manini TM, Everhart JE, Patel KV, Schoeller DA, Colbert LH, Visser M, et al. Daily activity energy expenditure and mortality among older adults. *JAMA*. 2006;296:171-9.
29. Blair SN, Kohl HW 3rd, Barlow CE, Paffenbarger RS Jr, Gibbons LW, Macera CA. Changes in physical fitness and all-cause mortality: A prospective study of healthy and unhealthy men. *JAMA*. 1995;273:1093-8.
30. Blair SN, Kampert JB, Kohl HW 3rd, Barlow CE, Macera CA, Paffenbarger RS Jr, et al. Influences of cardio-respiratory fitness and other precursors on cardiovascular disease and all-cause mortality in men and women. *JAMA*. 1996;276:205-10.
31. Sandvik L, Erikssen J, Thaulow E, Eritssen G, Mundal R, Rodahl K. Physical fitness as a predictor of mortality among healthy, middle-aged Norwegian men. *N Engl J Med*. 1993;328:5337.
32. Hu FB, Stampfer MJ, Solomon C, Liu S, Colditz GA, Speizer FE, et al. Physical activity and risk for cardiovascular events in diabetic women. *Ann Intern Med*. 2001;134:96-105.
33. Lee IM, Rexrode KM, Cook NR, Manson JE, Buring JE. Physical activity and coronary heart disease in women: is "no pain, no gain" passe? *JAMA*. 2001;285:1447-54.
34. Wessel TR, Arant CB, Olson MB, Johnson BD, Reis SE, Sharaf BL, et al. Relationship of physical fitness vs body mass index with coronary artery disease and cardiovascular events in women. *JAMA*. 2004;292:1179-87.
35. Myers J, Kaykha A, George S, Abella J, Zaheer N, Lear S, et al. Fitness versus physical activity patterns in predicting mortality in men. *Am J Med*. 2004;117:912-8.
36. Weinstein AR, Sesso HD, Lee IM, Cook NR, Manson JE, Buring JE, et al. Relationship of physical activity vs body mass index with type 2 diabetes in women. *JAMA*. 2004;292:1188-94.
37. Thompson D, Edelsberg J, Colditz GA, Bird AP, Oster G. Lifetime health and economic consequences of obesity. *Arch Intern Med*. 1999;159:2177-83.
38. Kraemer WJ, Volek JS, Clark KL, Gordon SE, Puhl SM, Koziris LP, et al. Influence of exercise training on physiological and performance changes with weight loss in men. *Med Sci Sports Exerc*. 1999;31:1320-9.
39. Irwin ML, Yasui Y, Ulrich CM, Bowen D, Rudolph RE, Schwartz RS, et al. Effect of exercise on total and intra-abdominal body fat in postmenopausal women: A randomized controlled trial. *JAMA*. 2003;289:323-30.
40. Slentz CA, Duscha BD, Johnson JL, Ketchum K, Aiken LB, Samsa GP, et al. Effects of the amount of exercise on body weight, body composition, and measures of central obesity: STRRIDE — a randomized controlled study. *Arch Intern Med*. 2004;164:31-9.
41. Marcus BH, Albrecht AE, King TK, Parisi AF, Pinto BM, Roberts M, et al. The efficacy of exercise as an aid for smoking cessation in women. A randomized controlled trial. *Arch Intern Med*. 1999;159:1229-34.

42. Leitzmann MF, Rimm EB, Willett WC, Spiegelman D, Grodstein F, Stampfer A, et al. Recreational physical activity and the risk of cholecystectomy in women. *N Engl J Med.* 1999;341:777.
43. Rockhill B, Willett WC, Hunter DJ, Manson JE, Hankinson SE, Colditz GA. A prospective study of recreational physical activity and breast cancer risk. *Arch Intern Med.* 1999;159:2290-6.
44. McTiernan A, Kooperberg C, White E, Wilcox S, Coates R, Adams-Campbell LL. Recreational physical activity and the risk of breast cancer in postmenopausal women: the Women's Health Initiative Cohort Study. *JAMA.* 2003;290:1331-6.
45. Bardia A, Hartmann LC, Vachon CM, Vierkant RA, Wang AH, Olson JE. Recreational physical activity and risk of postmenopausal breast cancer based on hormone receptor status. *Arch Intern Med.* 2006;166:2478-83.
46. Dallal CM, Sullivan-Halley J, Ross RK, Wang Y, Deapen D, Horn-Ross PL, et al. Long-term recreational physical activity and risk of invasive and in situ breast cancer: the California teachers study. *Arch Intern Med.* 2007;167:408-15.
47. Michaud DS, Giovannucci E, Willett WC, Colditz GA, Stampfer MJ, Fuchs CS. Physical activity, obesity, height, and the risk of pancreatic cancer. *JAMA.* 2001;286:921-9.
48. Brach JS, FitzGerald S, Newman AB, Kelsey S, Kuller L, Van Swearingen JM, et al. Physical activity and functional status in community-dwelling older women: a 14-year prospective study. *Arch Intern Med.* 2003;163:2565-71.
49. Abbott RD, White LR, Ross GW, Masaki KH, Curb JD, Petrovitch H. Walking and dementia in physically capable elderly men. *JAMA.* 2004;292:1447-53.
50. Weuve J, Kang JH, Manson JE, Breteler MM, Ware JH, Grodstein F. Physical activity, including walking, and cognitive function in older women. *JAMA.* 2004;292:1454-61.
51. Larson EB, Wang L, Bowen JD, McCormick WC, Teri L, Crane P, et al. Exercise is associated with reduced risk for incident dementia among persons 65 years of age and older. *Ann Intern Med.* 2006;144:73-81.
52. Thompson PD, Franklin BA, Balady GJ, Blair SN, Corrado D, Estes NA 3rd, et al. Exercise and acute cardiovascular events placing the risks into perspective: a scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism and the Council on Clinical Cardiology. *Circulation.* 2007;115:2358-68.
53. Albert CM, Mittleman MA, Chae CU, Lee IM, Hennekens CH, Manson JE. Triggering of sudden death from cardiac causes by vigorous exertion. *N Engl J Med.* 2000;343:1355-61.
54. Whang W, Manson JE, Hu FB, Chae CU, Rexrode KM, Willett WC, et al. Physical exertion, exercise, and sudden cardiac death in women. *JAMA.* 2006;295:1399-403.
55. Willich SN, Lewis M, Löwel H, Arntz HR, Schubert F, Schroder R. Physical exertion as a trigger of acute myocardial infarction. *N Engl J Med.* 1993;329:1684-90.
56. Giri S, Thompson PD, Kiernan FJ, Clive J, Fram DB, Mitchell JF, et al. Clinical and angiographic characteristics of exertion-related acute myocardial infarction. *JAMA.* 1999;282:1731-6.
57. Powell KE, Thompson PD, Caspersen CJ, Kendrick JS. Physical activity and the incidence of coronary heart disease. *Annu Rev Public Health.* 1987;8:253-87.
58. Lakka TA, Venalainen JM, Rauramaa R, Salonen R, Tuomilehto J, Salonen JT. Relation of leisure time physical activity and cardiorespiratory fitness to the risk of acute myocardial infarction. *N Engl J Med.* 1994;330:1549-54.
59. Sternfeld B. Cancer and the protective effect of physical activity: The epidemiological evidence. *Med Sci Sports Exerc.* 1992; 24:1195-209.
60. Helmrich SP, Ragland DR, Leung RW, Paffenbarger RS Jr. Physical activity and reduced occurrence of non-insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med.* 1991;325:147-52.
61. Prevalence of no leisure-time physical activity — 35 States and the District of Columbia, 1988-2002. *MMWR Morb Mort Wkly Rep.* 2004;53:82-6.
62. Carnethon MR, Gulati M, Greenland P. Prevalence and cardiovascular disease correlates of low cardiorespiratory fitness in adolescents and adults. *JAMA.* 2005;294:2981-8.
63. Reilly JJ, Jackson DM, Montgomery C, Kelly LA, Slater C, Grant S, et al. Total energy expenditure and physical activity in young Scottish children: mixed longitudinal study. *Lancet.* 2004;363:211-2.
64. Carreras-González G, Ordoñez-Llanos J. Adolescencia, actividad física y factores metabólicos de riesgo cardiovascular. *Rev Esp Cardiol.* 2007;60:565-8.
65. García-Artero E, Ortega FB, Ruiz JR, Mesa JL, Delgado M, González-Gross M, et al. El perfil lipídico-metabólico en los adolescentes está más influido por la condición física que por la actividad física (estudio AVENA). *Rev Esp Cardiol.* 2007;60:581-8.
66. Oja P. Dose response between total volumen of physical activity and health and fitness. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33 Suppl 6:S452-3.
67. Lemaitre RN, Siscovick DS, Raghunathan TE, Weinmann S, Arbogast P, Lin DY. Leisure-time physical activity and the risk of primary cardiac arrest. *Arch Intern Med.* 1999;159:686-90.
68. Yusuf S, Hawken S, Ounpuu S, Dans T, Avezum A, Lanas F, et al. Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART study): case-control study. *Lancet.* 2004;364:937-52.
69. Sesso HD, Paffenbarger RS, Lee I-M. Physical activity and coronary heart disease in men the Harvard Alumni Health Study. *Circulation.* 2000;102:975-80.
70. Laukkanen JA, Lakka TA, Rauramaa R, Kuhanen R, Venalainen JM, Salonen R, et al. Cardiovascular fitness as a predictor of mortality in men. *Arch Intern Med.* 2001;161:825-31.
71. Lee IM, Sesso HD, Paffenbarger RS. Physical activity and coronary heart disease risk in men. Does the duration of exercise episodes predict risk? *Circulation.* 2000;102:981-6.
72. Lee IM, Sesso HD, Oguma Y, Paffenbarger RS Jr. Relative intensity of physical activity and risk of coronary heart disease. *Circulation.* 2003;107:1110-6.
73. Manson JE, Greenland P, LaCroix AZ, Stefanick ML, Mouton CP, Oberman A, et al. Walking compared with vigorous exercise for the prevention of cardiovascular events in women. *N Engl J Med.* 2002;347:716-25.
74. Tanasescu M, Leitzmann MF, Rimm EB, Willett WC, Stampfer MJ, Hu FB. Exercise type and intensity in relation to coronary heart disease in men. *JAMA.* 2002;288:1994-2000.
75. Myers J, Prakash M, Froelicher V, Do D, Partington S, Atwood JE. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med.* 2002;346:793-801.
76. Stampfer MJ, Hu FB, Manson JE, Rimm EB, Willett WC. Primary prevention of coronary heart disease in women through diet and lifestyle. *N Engl J Med.* 2000;343:16-22.
77. Balady GJ, Larson MG, Vasan RS, Leip EP, O'Donnell CJ, Levy D. Usefulness of exercise testing in the prediction of coronary disease risk among asymptomatic persons as a function of the Framingham risk score. *Circulation.* 2004;110:1920-5.
78. Mora S, Redberg RF, Cui Y, Whiteman MK, Flaws JA, Sharrett AR, et al. Ability of exercise testing to predict cardiovascular and all-cause death in asymptomatic women: a 20-year follow-up of the Lipid Research Clinics prevalence study. *JAMA.* 2003; 290:1600-7.
79. Gulati M, Black HR, Shaw LJ, Arnsdorf MF, Merz CN, Lauer MS, et al. The prognostic value of a nomogram for exercise capacity in women. *N Engl J Med.* 2005;353:468-75.
80. Carnethon MR, Gidding SS, Nehgme R, Sidney S, Jacobs DR Jr, Liu K. Cardiorespiratory fitness in young adulthood and the development of cardiovascular disease risk factors. *JAMA.* 2003;290:3092-100.
81. LaMonte MJ, Barlow CE, Jurca R, Kampert JB, Church TS, Blair SN. Cardiorespiratory fitness is inversely associated with the incidence of metabolic syndrome: a prospective study of men and women. *Circulation.* 2005;112:505-12.

82. Wannamethee SG, Shaper AG, Walker M. Physical activity and mortality in older men with diagnosed coronary heart disease. *Circulation*. 2000;102:1358-63.
83. Clark AM, Hartling L, Vandermeer B, McAlister FA. Meta-analysis: secondary prevention programs for patients with coronary artery disease. *Ann Intern Med*. 2005;143:659-72.
84. Taylor RS, Brown A, Ebrahim S, Jolliffe J, Noorani H, Rees K, et al. Exercise-based rehabilitation for patients with coronary heart disease: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Med*. 2004;116:682-92.
85. Steffen-Batey L, Nichaman MZ, Goff DC Jr, Frankowski RF, Hanis CL, Ramsey DJ, et al. Change in level of physical activity and risk of all-cause mortality or reinfarction: The Corpus Christi Heart Project. *Circulation*. 2000;102:2204-9.
86. Antman EM, Anbe DT, Armstrong PW, Bates ER, Green LA, Hand M, et al. ACC/AHA guidelines for the management of patients with ST-elevation myocardial infarction — executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Revise the 1999 Guidelines for the Management of Patients With Acute Myocardial Infarction). *Circulation*. 2004;110:588-636.
87. De Backer G, Ambrosioni E, Borch-Johnsen K, Brotons C, Cifkova R, Dallongeville J, et al. European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: Third joint task force of European and other societies on cardiovascular disease prevention in clinical practice (constituted by representatives of eight societies and by invited experts). *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2003;10:S1-10.
88. Pescatello LS, Franklin BA, Fagard R, Farquhar WB, Kelley GA, Ray CA. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36:533-53.
89. Touyz RM, Campbell N, Logan A, Gledhill N, Petrella R, Padwal R. The 2004 Canadian recommendations for the management of hypertension: Part III- lifestyle modifications to prevent and control hypertension. *Can J Cardiol*. 2004;20:55-9.
90. Grandjean P, Crouse S, Rohack J. Influence of cholesterol status on blood lipid and lipoprotein enzyme responses to aerobic exercise. *J App Physiol*. 2000;89:472-80.
91. Sgouraki E, Tsopanakis A, Tsopanakis C. Acute exercise: response of HDL-c, LDL-c lipoproteins and HDL-c subfractions levels in selected sport disciplines. *J Sports Med Phys Fitness*. 2001;41:386-91.
92. Leon A, Sánchez O. Response of blood lipids to exercise training alone or combined with dietary intervention. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33:502-15.
93. Kirk A, Mutrie N, MacIntyre P, Fisher M. Effects of a 12-month physical activity counselling intervention on glycaemic control and on the status of cardiovascular risk factor in people with type 2 diabetes. *Diabetologia*. 2004;47:821-32.
94. Karvonen MJ, Kentala E, Mustala O. The effects of training on heart rate: a longitudinal study. *Ann Med Exp Biol Fenn*. 1957;35:307-15.
95. Borg G. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*. 1982;14:377-81.