PubliCE, (PubliCE) 1992

Monograph

¿Cuánta Actividad Física es Buena para la Salud?

Steven N Blair[1], Neil F Gordon[1], Harold W Kohl[1] y Ralph S Paffenbarger[2]

[1]*Divisiones de Epidemiología y Fisiología del Ejercicio, Instituto de Investigaciones Aeróbicas, Dallas, Texas 75230.*
[2]*División de Epidemiología, Facultad de Medicina de la Universidad de Stanford, Stanford, California 95305.*

Palabras Clave: aptitud física, enfermedad cardiovascular, cáncer, diabetes mellitus, sistema músculo-esquelético

INTRODUCCION

La Actividad Física desde la Prehistoria hasta el Presente

Restos de nuestros primitivos ancestros de forma humana, los Australopithecus afarensis, datan de 3,5-3,8 millones de años. Cerca de cuatro millones de años de evolución de la familia humana, Hominidae, produjo la raza humana moderna, H. sapiens aproximadamente 35.000 años atrás (71). Los primitivos Homínidos eran recolectores (buscaban lo que había); pero, casi un millón de años atrás, la caza y la pesca estaban firmemente establecidas como forma de vida para los seres humanos. Este estilo de vida significaba un gran gasto energético durante varios días por semana, con series pico de actividad física extenuante (26, 93).

El siguiente cambio principal en el desarrollo sociocultural de la humanidad fue la domesticación de plantas y animales y el comienzo de la agricultura, lo que ocurrió hace sólo 10.000 años. Los avances industriales durante los últimos 200 años, llevaron a una mayor urbanización y así al comienzo de la clase media. Pero, aún durante este período, la mayoría de las personas tenían un gasto energético relativamente alto, en comparación con el de la sociedad, al final del siglo 20.

Los requerimientos del gasto energético en los seres humanos han disminuido durante el transcurso del siglo 20, tendencia que aparentemente se aceleró durante la era tecnológica, luego de la 2da. Guerra Mundial (92). El aumento del transporte automotor, la adopción popularizada de actividades sedentarias, y los aparatos que ahorran el trabajo humano, son los principales contribuyentes de esta disminución. Las demandas de energía metabólica de los trabajos extenuantes de antes, tales como la minería, son mucho menores hoy que en el pasado debido a la mecanización y automatización. Los seres humanos evolucionaron para ser animales activos y pueden no ser capaces de adaptarse bien al estilo de vida sedentario de la sociedad moderna. Este punto está bien establecido por Eaton y cols. (27): “Desde un punto de vista genético los humanos de hoy son cazadores de la Edad de Piedra, desplazados a través del tiempo a un mundo que difiere de aquel para el cual nuestra constitución genética fue seleccionada”. Este argumento teleológico de la selección genético humana y de la necesidad de la actividad física no prueba que la actividad sea necesaria para la salud, pero puede ser un punto de partida útil para la siguiente revisión y discusión.

Desarrollo de la Ciencia del Ejercicio

El estudio científico del ejercicio es un desarrollo reciente (62). En la última parte del siglo XIX los fisiólogos comenzaron a usar el ejercicio para perturbar los sistemas orgánicos con el propósito de entender mejor el funcionamiento fisiológico. De hecho, tres fisiólogos del ejercicio, Meyerhof y Krogh (metabolismo muscular), y Hill (fisiología del ejercicio), han ganado el premio Nóbel por sus investigaciones (74).

Durante los últimos 70 años, cientos de estudios han documentado el tipo y el grado de los cambios que ocurren con el entrenamiento físico en el músculo esquelético, el sistema circulatorio, la función pulmonar, el sistema cardiovascular, y la función endócrina. Estos estudios han sido realizados en jóvenes y ancianos, en hombres y mujeres, con diferentes protocolos de entrenamiento, y bajo diversas condiciones ambientales. Los primeros estudios generalmente tenían muestras pequeñas, frecuentemente carecían de grupos control, eran de corta duración, y tenían otras fallas en sus diseños. Estos defectos han sido corregidos durante los últimos 10-20 años.

Los estudios sistemáticos sobre los efectos de la actividad física sobre la salud son más recientes, principalmente limitados a los últimos 30-40 años. Morris y cols. (75-77) tuvieron generalmente, un rol principal en la formulación de la hipótesis moderna "actividad física-enfermedad coronaria" con sus estudios con trabajadores transportistas londinenses y, más tarde, con personas civiles británicas.

Definiciones

Es necesario definir varios términos claves, esenciales al propósito de este artículo. Nosotros adoptamos las definiciones de Caspersen y cols. (17) para actividad física, ejercicio, y aptitud física:

1. Actividad física: cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que provocan un gasto energético.

2. Ejercicio: movimiento corporal planeado, estructurado, y repetitivo, realizado para mejorar o mantener uno o más componentes de la aptitud física.

3. Aptitud física: una serie de atributos que las personas tienen o adquieren, que se relacionan con la capacidad para realizar una actividad física.

El componente de la aptitud física, que ha sido más frecuentemente estudiado en su asociación con la salud, es la potencia aeróbica o, como es medido en el laboratorio de fisiología, el máximo consumo de oxígeno. Este atributo, también es llamado capacidad cardiovascular, cardiorrespiratoria, o de resistencia. A menos que se especifique lo contrario, nosotros usaremos el término aptitud física para referirnos a la potencia aeróbica. El otro término principal que necesita ser definido es salud. En este artículo, nosotros tomamos un amplio espectro de salud, no sólo el que excluye a la enfermedad, sino también al que incluye a la capacidad de desarrollar actividades de la vida diaria. Los puntos límites de la enfermedad son frecuentemente utilizados en estudios de actividad física. Sin embargo, para nuestros propósitos, la definición de salud va más allá de la exclusión de la enfermedad clínica, para enfatizar sobre la capacidad funcional o el estado funcional de la salud. Esta última característica incluye el hecho de evitar la incapacidad funcional, pero también se extiende a mayores niveles de capacidad funcional. Uno de los efectos mejor documentados de la actividad física regular es el mayor nivel de aptitud física. Esto permite un mayor grado de capacidad funcional para participar en un amplio rango de actividades diarias, sin dificultad y disfrutando de las mismas. La persona activa es difícil que se fatigue con las actividades rutinarias de la vida diaria y tiene una mayor capacidad para desenvolverse ante una emergencia, o para participar de actividades recreacionales intensas.

Propósito de este Artículo

Este artículo hace una revisión de los estudios existentes sobre ejercicio y de las investigaciones sobre la actividad y la salud física basadas en la población. Nos concentraremos sobre las potenciales asociaciones etiológicas preventivas, con poco énfasis sobre los aspectos terapéuticos de la actividad física sobre la salud y la enfermedad. Nosotros integramos éstas observaciones a partir de éstos dos frentes de investigación, acuerdos y desacuerdos, y resumimos los resultados para evaluar cuanta actividad física es necesaria para mantener la salud. Se discute sobre la epidemiología descriptiva de la actividad física en los Estados Unidos y sobre la salud pública de un estilo de vida sedentario; y se presentan recomendaciones sobre la salud pública para la actividad y la aptitud física.

ESTUDIOS CLINICOS DE EJERCICIO

Ejercicio y aptitud física

Los individuos entrenados tienen mayores niveles de aptitud física, y la relación entre la actividad y la aptitud, probablemente es conocida desde la antigüedad. Los atletas y los soldados desde siempre han sido entrenados para mejorar su capacidad de performance. Los estudios cuidadosamente realizados para cuantificar el entrenamiento requerido para producir una mejoría en la aptitud son recientes; en 1957, Karvonen y cols. (55) publicó uno de los

primeros estudios. Docenas de estudios durante los últimos 35 años, han focalizado la atención en tres principios para la prescripción de ejercicios: intensidad, frecuencia, y duración (5).

Intensidad

Durante las últimas décadas, la opinión general es que hay una intensidad mínima de ejercicio requerida para estimular una mejoría en la capacidad física. El Colegio Americano de Medicina del Deporte (CAMD) fue la primera organización científica en publicar informes oficiales sobre la prescripción de ejercicios. Su guía de 1975 propone el 70% del máximo consumo de oxígeno como la mínima intensidad de ejercicio recomendada para mejorar la aptitud física (4). Estudios subsiguientes disminuyeron las recomendaciones para el umbral de intensidad, y la tercera edición del libro del CAMD en 1986 (3) recomienda una intensidad mínima del 50%. La cuarta edición de 1991 (2), recomienda ejercicio moderado, definido como el ejercicio entre el 40-60% de la capacidad máxima, por ser apropiado para muchas personas. Una declaración del CAMD de 1990 sostiene que "las personas con un bajo nivel de capacidad pueden lograr un efecto significativo de entrenamiento con…40-50%" de la capacidad (5). Una hipótesis alternativa del nivel de umbral de intensidad es que la respuesta al entrenamiento depende principalmente, sino exclusivamente, del gasto energético total del ejercicio y no de la intensidad. Esta distinción es importante y necesita una aclaración adicional. Si existe un umbral de intensidad mínima, este probablemente varía de acuerdo al nivel inicial de capacidad de la persona, de la duración de sesión del ejercicio, de la longitud del período de entrenamiento, y quizás de otras características individuales.

Duración

El CAMD recomienda 20-60 minutos de actividad aeróbica continua para cada sesión de entrenamiento (2, 5). Existe una interrelación entre la intensidad y la duración en su impacto sobre el cambio en la aptitud. La actividad de baja intensidad debe ser realizada durante un período más largo que la de alta intensidad, para tener el mismo efecto sobre el aumento de la potencia aeróbica. Nuevamente, el gasto energético total de la sesión de ejercicio es, probablemente, el factor crítico determinante del cambio en la capacidad.

Los investigadores han desafiado la creencia que la actividad aeróbica continua es necesaria para lograr un efecto en el entrenamiento. Un estudio reciente se refiere a este tema comparando dos regímenes diferentes de entrenamiento (21). Un grupo entrenaba cinco días por semana con una sesión diaria de 30 minutos. El segundo grupo también entrenaba cinco días por semana, pero en tres sesiones diarias de 10 minutos. Luego de ocho semanas de entrenamiento los aumentos en la capacidad física fueron similares, sugiriendo de esta manera, que la acumulación de actividad en el transcurso del día puede producir un efecto de entrenamiento deseable.

Frecuencia

El CAMD recomienda entrenar de 3 a 5 días por semana (2, 5). La mayoría de los estudios muestran poco cambio en la capacidad física si se entrena menos de 3 veces semanales, a menos que el ejercicio sea bastante intenso. Y entrenar más de 5 veces no produce un mayor mejoramiento de la capacidad que entrenando 5 días por semana (5).

Efectos fisiológicos del ejercicio agudo y crónico

Los potenciales efectos beneficiosos del ejercicio agudo y crónico sobre la aptitud física han sido intensamente investigados durante los últimos años. Los estudios existentes clínicos y en laboratorio, han documentado una amplia gama de beneficios, incluyendo adaptaciones metabólicas, hormonales, y cardiovasculares que son evidentes tanto en reposo, como durante y luego de esfuerzos máximos y submáximos (14). El ejercicio agudo y crónico también reduce la ansiedad y la depresión y tiene un impacto positivo sobre otras características psicológicas, tanto en personas normales como en aquellas con patologías clínicas (99). En esta sección, nosotros solamente puntualizamos los beneficios fisiológicos claves que, en teoría, contribuyen a reducir el riesgo de mortalidad, especialmente por enfermedades cardiovasculares y cáncer.

Mejoramiento del balance entre la demanda y el aporte de oxígeno cardíaco

El requerimiento del oxígeno cardíaco durante el ejercicio está determinado por una variedad de factores, de los cuales el más importante está reflejado por el producto frecuencia-presión (esto es, el producto entre la frecuencia cardíaca y la presión sanguínea sistólica) (2). Debido a que este producto aumente en forma lineal durante un ejercicio progresivo, también lo hace la demanda de oxígeno. Luego del entrenamiento, el producto provocado por una determinada intensidad submáxima, en general es sustancialmente disminuido (117). Esto permite que una actividad física específica sea realizada con una menor demanda de oxígeno, y por lo tanto, con un menor riesgo de isquemia.

Actualmente, no existe una evidencia directa que el ejercicio provoque la formación de colaterales coronarias, y probablemente este tema no se resolverá hasta que se desarrollen técnicas más sofisticadas para la evaluación de la colateralización coronaria y sean utilizadas en estudios clínicos para el entrenamiento (56). Sin embargo, hoy en día hay

evidencia de que el entrenamiento puede, de hecho, mejorar el aporte y/o utilización de oxígeno (29, 56).

Hipertrofia ventricular excéntrica

La hipertrofia del miocardio es un mecanismo de adaptación que se desarrolla en respuesta al aumento del llenado hemodinámico del corazón. De acuerdo a la naturaleza específica de tal llenado, el aumento resultante en la masa cardíaca está asociado con las alteraciones características en el volumen de las cavidades cardíacas y en el grosor de sus paredes. Como una respuesta adaptativa a la sobrecarga en el volumen del ventrículo izquierdo, el entrenamiento dinámico, a menudo produce un aumento en el grosor de la pared ventricular izquierda. Se cree que esta hipertrofia excéntrica está asociada con un aumento en la vascularidad de miocitos, que está en proporción al grado de hipertrofia de los miocitos en sí, y por lo tanto mejora la función cardíaca y asegura la salud de los mocitos (123). La función del ventrículo izquierdo es un determinante principal en el riesgo de mortalidad, luego de un infarto agudo de miocardio. Debido a que las personas con hipertrofia excéntrica pueden sufrir relativamente un menor daño en la función del ventrículo izquierdo, para una cantidad determinada de daño en el miocardio, Ekelund y cols. (31) formularon la hipótesis que estas personas tienen mayores chances de sobrevivir a un infarto de miocardio.

Reducción en el riesgo de arritmias ventriculares letales

Noakes y cols. (81) mostraron que el corazón de ratas entrenadas tenía una menor propensión para la fibrilación ventricular durante la normoxia, hipoxia, e isquemia aguda regional de miocardio. Además, ellos demostraron que el entrenamiento aumenta el umbral de fibrilación ventricular en el corazón de ratas, previamente infartadas, antes y después del comienzo de un nuevo infarto (96). Estas observaciones implican que el ejercicio regular, antes o después de un infarto agudo de miocardio, puede actuar directamente sobre el mismo para mejorar su resistencia a arritmias ventriculares letales. A pesar de que para sustanciar ésta hipótesis se necesitan más estudios con seres humanos, esto es compatible con las observaciones de los meta-análisis, que demuestran que la rehabilitación cardíaca protege contra la mortalidad (que está mayormente relacionada con arritmias ventriculares letales), más que contra una recidiva de infarto (82, 83); y también lo es con los estudios epidemiológicos que asocian al estilo de vida físicamente activo con una reducción en el riesgo de una muerte cardíaca súbita (76, 84).

EFECTO FAVORABLE SOBRE LA COAGULACION SANGUINEA

Se cree que la oclusión total de una arteria coronaria como resultado de una formación trombótica en el sitio de una estenosis aterosclerótica, es el evento precipitante final en más del 90% de los infartos agudos de miocardio. A pesar de que se han reportado observaciones enfrentadas y que aún se necesitan más investigaciones, se piensa que el ejercicio reduce la adherencia y el estado de agregación de plaquetas sanguíneas (30, 101). Por otra parte, mientras que la inactividad física parece disminuir la fibrinólisis, el entrenamiento tiende a aumentarla moderadamente (30), lo que es favorable para el organismo.

Mejoría en el perfil de lípidos y lipoproteínas plasmáticas

La Tabla 1 presenta un resumen del efecto del ejercicio agudo y crónico sobre los lípidos y lipoproteínas plasmáticas. De estos beneficios, quizás el más relevante es el aumento del colesterol-lipoproteína de alta densidad (HDL). En general, una sola serie de ejercicio de duración moderada, en el largo plazo provoca un aumento de 4-6 mg/dl en los niveles de colesterol HDL en hombres y mujeres (41). Estudios recientes realizados por Hughes y cols. (51, 52) sugieren que a pesar que la intensidad del ejercicio no parece modificar significativamente, el impacto agudo del ejercicio aeróbico sobre los niveles de colesterol HDL en los hombres, si lo hace la duración del mismo. En su estudio, el aumento de los niveles de colesterol HDL plasmático, 24 horas después de una serie de ejercicios realizados con un consumo de oxígeno 20% inferior al umbral anaeróbico, fue mayor cuando la duración del ejercicio fue de 45 minutos, en comparación con 30 minutos (52).

Del mismo modo, a pesar que no todos los estudios están de acuerdo, los resultados muestran en general un incremento del 5-15% en los niveles de colesterol HDL plasmático luego de un entrenamiento crónico (41). En los hombres, tales incrementos parecen estar directamente relacionados, tanto con la intensidad del ejercicio como con la cantidad total de gasto energético semanal (126). En las mujeres, un estudio reciente llevado a cabo en el Instituto de Investigaciones Aeróbicas sugiere que un entrenamiento con intensidades moderadas, realizado aproximadamente al 55% de la máxima frecuencia cardíaca puede ser tan efectivo para incrementar los niveles de colesterol HDL como un entrenamiento con mayores intensidades (25).

	Estudios con ejercicio agudo	Estudios cross-seccionales	Estudios longitudinales
Colesterol total	↓	→↓	→↓
VLDL (lipop. de muy baja densidad)	↓	↓	↓
LDL (lipop. de baja densidad)	↓	→↓	→↓
HDL (lipop. de alta densidad)	↑	↑	↑
Colesterol total/HDL	↓	↓	↓

Tabla 1. *Resultados de estudios que investigan la relación entre el entrenamiento aeróbico y los niveles de lipoproteínas (a, b). a ↓= Generalmente, se encontró una disminución; ↑= Generalmente, se encontrón un aumento;→ ↓= Generalmente, no se observó ningún cambio o disminución. b Reproducido con permiso de la ref. 41.*

Reducción del riesgo de hipertensión y disminución de altos valores de tensión arterial

Los estudios epidemiológicos han documentado una reducción en el riesgo del desarrollo de la hipertensión en personas físicamente activas (42). Varios estudios también han demostrado que las presiones sanguíneas de pacientes hipertensos son reducidas, durante una a tres horas, luego de una simple serie de 30-45 minutos de ejercicio aeróbico (42). Además, un meta-análisis reciente con 25 estudios longitudinales, ha confirmado la eficacia del entrenamiento aeróbico en la disminución de la presión sanguínea sistólica y diastólica (43). El promedio de reducciones en las muestras de este meta-análisis fue de 10,8 y 8,2 mmHg, para las presiones sistólica y diastólica, respectivamente. Notablemente, en los estudios incluidos en el meta-análisis, los ejercicios de intensidad moderada parecieron ser tan efectivas-sino más-que los de intensidades más altas.

Mejoría en la sensibilidad a la insulina

Las observaciones del estudio de Framingham indican que la incidencia de enfermedades cardiovasculares entre individuos con diabetes mellitus es, aproximadamente, dos a tres veces mayor que en personas normoglucémicas (53). Una investigación reciente mostró, además, que la insulina mejora la proliferación de las células arteriales de los músculos lisos y estimula la lipogénesis en el tejido arterial (34). No es sorprendente, que la hiperinsulinemia también esté ligada a un riesgo acentuado de infarto agudo de miocardio, aún en hombres no diabéticos (24).

En forma aguda, una sola serie de ejercicio aeróbico submáximo aumenta la sensibilidad insulínica en el músculo esquelético y en otros tejidos. Por lo tanto, tal ejercicio, a menudo, provoca una disminución en los niveles de glucosa sanguínea en pacientes con diabetes mellitus insulino, o no insulino-dependientes (122). Esta mejoría, inducida por el ejercicio, en el metabolismo de la glucosa puede persistir durante horas y días, y se piensa que es modulada por un incremento en el número de transportadores de glucosa de la membrana celular, así como por un incremento en la actividad intrínseca de estos transportadores (59).

Con un entrenamiento crónico, el control glucémico también mejora en personas que tienen diabetes no insulino-dependiente y, en menor grado, en aquellas personas que si dependen de insulina (122). Sin embargo, como es en parte, el mismo efecto beneficioso sobre las lipoproteínas plasmáticas y con la tensión arterial, aún no está claro si tales mejoras son, en gran medida, debidas a los efectos acumulativos de las series individuales agudas de ejercicio, más que a un cambio de aptitud en sí, mediado por el entrenamiento (122).

Reducción de la obesidad y mejoría en la distribución de la adiposidad corporal

La restricción calórica a través de la dieta, en combinación con el gasto calórico mediado por el ejercicio regular, parece ser el modo más efectivo de prevenir la obesidad y mantener un peso corporal ideal. Este enfoque, en comparación con la dieta sola, preserva mejor la masa magra y puede estar ligado, posiblemente, con cambios crónicos favorables en la tasa metabólica basal (35, 94, 120). El ejercicio regular, también puede estar asociado con beneficios en cuanto a la mantención y a la estabilidad de la pérdida de peso (57). Estudios recientes han muchas de las consecuencias adversas de la obesidad pueden estar más cercanamente relacionadas con la distribución de la grasa corporal, que con la cantidad de la misma (8). Desde luego, los individuos con más grasa en el tronco, especialmente grasa intraabdominal, tienen un mayor riesgo de muerte que los individuos que son igualmente obesos, pero cuya grasa está predominantemente en las extremidades (8). A pesar de ser necesarios más estudios, el ejercicio regular parece ser capaz de provocar cambios favorables en la distribución de la grasa corporal (23). En realidad, estudios preliminares sobre el entrenamiento sugieren una movilización preferencial de la grasa subcutánea del tronco, en comparación con la grasa subcutánea periférica (23).

Mejoría en la función inmunológica.

En vista de la evidencia existente que la actividad física disminuye los riesgos de cáncer de colon (especialmente en los hombres) y los cánceres de pecho y de los órganos reproductivos en las mujeres, junto con la reconocida importancia del sistema inmunológico en la defensa orgánica contra la neoplasia, es entendible por qué la inmunología del ejercicio es actualmente un área de interés en la investigación (15, 108). A pesar de que tanto el ejercicio agudo como crónico han sido asociados con consecuencias inmunológicas potencialmente beneficiosas, la hipótesis de que una mejoría de la inmunovigilancia inducida por el ejercicio contribuye a la disminución del riesgo de cáncer, es actualmente controvertida, y necesita una considerable investigación futura. En realidad, muchos expertos creen que el mecanismo por el cual la actividad física regular puede proteger contra ciertos tipos de cáncer, es de naturaleza no inmunológica (15, 108). Es posible que tales mecanismos no inmunológicos incluyan una reducción del tiempo de tránsito intestinal, en el caso del cáncer de colon (61), y alteraciones hormonales (por ejemplo, disminución de los niveles de estrógenos y consecuentemente, menos estimulación de los órganos), en el caso de los cánceres de pecho y de los órganos reproductivos (15, 108).

Resumen sobre los estudios clínicos sobre el ejercicio.

Los estudios clínicos confirman que el ejercicio ejerce influencia sobre muchos sistemas y funciones orgánicas. Se han identificado varios efectos posiblemente saludables del ejercicio. Algunos de estos efectos son respuestas agudas a una simple sesión de ejercicio; otros surgen de adaptaciones crónicas al entrenamiento.

ESTUDIOS EPIDEMIOLOGICOS SOBRE ACTIVIDAD O APTITUD FISICA Y SALUD

Enfermedades cardiovasculares

El aumento en el riesgo de enfermedades causadas por un estilo de vida sedentario ha sido evaluado en más estudios epidemiológicos que para cualquier otra enfermedad combinada, y las enfermedades coronarias (CHD) son, por lejos, las enfermedades cardiovasculares más frecuentemente estudiadas. Hasta el presente se disponen de numerosos trabajos de revisión sobre el riesgo de las CHD asociadas con hábitos sedentarios; en 1987, Owell y cols. (97) publicaron uno de los trabajos de revisión más completa. Como ya se ha establecido que los hábitos sedentarios están casualmente relacionados con el aumento en el riesgo de CHD, nosotros no revisaremos este tema en detalle.

Hipertensión

Los estudios cross-seccionales muestran menores tensiones sanguíneas en personas activas que en sedentarias (19, 40). La magnitud de diferencias en la tensión sanguínea entre los grupos activos, es modesta; normalmente menor a 10 mmHg para la presión sistólica y 5 mmHg para la diastólica. Esta asociación parece ser independiente de las potenciales variables confrontadas, tales como grasa corporal, ingesta de alcohol, historia familiar de hipertensión, y edad. Sin embargo, la actividad no parece normalizar la presión arterial en todas las personas hipertensas (43).

Un estudio epidemiológico prospectivo el cambio de la aptitud física en relación al cambio de la presión sanguínea (10). Un total de 753 hombres de mediana edad fueron seguidos durante un promedio de 1,6 años, cuya aptitud física fue evaluada al comienzo, y durante exámenes posteriores a través de un test ergométrico de esfuerzo máximo. Los incrementos en la aptitud y las disminuciones del peso corporal fueron asociados con las disminuciones de las presiones sistólicas y diastólicas. La asociación entre el cambio de aptitud y el cambio de presión sanguínea desapareció en los modelos de regresión múltiple, cuando se agregó el cambio en el peso corporal. Por lo tanto, el efecto del cambio en la aptitud física sobre la presión sanguínea estuvo mediado, en gran medida, por los cambios en el peso. Hay dos estudios prospectivos sobre hábitos sedentarios o bajos niveles de aptitud física, con riesgo de desarrollar hipertensión diagnosticada por el médico. Ambos estudios siguieron a grandes grupos [14998 estudiantes de Harvard (90), y 4820 hombres y 1219 mujeres de la Clínica de K. Cooper (11)], durante un período de hasta 12 años. Ningún participante era hipertenso al momento de comenzar el estudio. El riesgo de desarrollar hipertensión diagnosticada por el médico durante el seguimiento fue el 35% mayor en los estudiantes sedentarios, en comparación con los activos, y el 52% mayor en los pacientes no entrenados, en comparación con los entrenados, en la Clínica de K. Cooper. Estos resultados no fueron debidos a factores tales como la edad, el cigarrillo, la historia familiar de hipertensión, o la composición corporal.

Ataque cardíaco

Sólo hay unos pocos informes epidemiológicos acerca de la actividad o aptitud física sobre la incidencia de ataque cardíaco, y las observaciones son equívocas. Los resultados de estos estudios se muestran en la Tabla 2. Un problema en la

interpretación de estos datos es que la mayoría de estos estudios no distingue entre ataque hemorrágico y no hemorrágico (tromboembólico). Nosotros podemos, razonablemente, pensar que la actividad física podría tener un impacto sobre ataques no hemorrágicos, ya que esta enfermedad parece tener un mecanismo patogénico similar al atribuido a la CHD, estando la actividad y aptitud, inversamente relacionadas a la CHD. La actividad y aptitud físicas podrían afectar el riesgo de ataque hemorrágico indirectamente, vía una asociación con la presión sanguínea, pero la asociación, si está presente, parecería ser débil. La incidencia de ataques en el estudio con los alumnos de Harvard muestra una pendiente inversa de la correlación con la actividad física en tiempo libre, expresada en kcal/semana de gasto (86). Las actividades relacionadas con el trabajo muestran una relación en forma de U con los ataques entre trabajadores ferroviarios italianos. Los trabajadores en actividades, tanto sedentarias como intensas, tienen un elevado riesgo relativo del 2.2, en comparación con trabajadores del grupo de actividades moderadas (73). Nosotros consideramos que la posible relación entre actividad o aptitud, y ataque sea probable, pero no está establecida. Como se evidencia en la Tabla 2, los problemas en la interpretación provienen de definiciones variadas de actividad física (tiempo ocupacional/libre, estimación de tiempo de vida versus un momento determinado), de los resultados, y de las diferencias en las poblaciones motivo de estudios.

Estudio (ref.)	Población	Definición de exposición	Definición de ataque	Resultado	Comentarios
Paffenbarger & Williams (88)	>50.000 estudiantes varones sobrevivientes rango de edad 30-70 años.	Participación en deportes universitarios (si/no)	Muerte debido a un ataque (hemorrágico y oclusivo)(n= 171)	Asociación inversa	Una tasa dos veces mayor de ataques entre los atletas no universitarios.
Kannel & Sorlie (54)	1909 hombres, edades 35-64 años, en el cuarto examen bianual, Framingham; 14 años de seguimiento.	Indice de actividad física basado en horas/día a una intensidad de actividad específica	Accidente cerebro-vascular (n= 87)	Asociación inversa	No hubo asociación significativa luego de controlar la edad, PA sistólica, colesterol, intolerancia a la glucosa, cigarrillo, e hipertrofia ventricular izquierda.
Salonen y cols. (105)	3829 mujeres y 4110 hombres finlandeses, edad 30-59 años; 7 años de seguimiento aproximadamente.	Actividad física en el trabajo y durante el tiempo libre, baja/alta	Ataque cerebral ICD-8 430-437 morbidez y mortalidad (n= 71 h, 56 m)	Asociación inversa Mujeres: tiempo libre, trabajo. Hombres: trabajo. Asociación nula. Hombre: tiempo libre	RR estadísticamente significativo (1,6; 95% CI= 1,1-2,5) para hombres y mujeres (1,7; 95% CI= 1,1-2,7) que eran inactivos en el trabajo. No asociación significativa para la actividad física de tiempo libre, ajuste multivariado para la edad, colesterol, PS diastólica, índice de masa corporal, y cigarrillo.
Herman y cols. (49)	132 casos de ataques basados en el Hosp.. y 239 gr. control igualados en edad y sexo; hombres y mujeres alemanes: edades 40-74 años.	Actividad física durante el tiempo libre (la mayor porción de la vida de uno) variando de poca a intensa-regular	Signos clínicos rápidamente desarrollados de disturbio focal o global de la función cerebral durando más de 24 horas o conduciendo a la muerte, con ninguna causa aparente más que el origen vascular	Asociación inversa	Asociación estadísticamente (comparada con la categoría menos activa) con una aparente respuesta por dosis a través de los niveles de aumento de la actividad física. Ajustado para una variedad de posibles confrontantes. Impares relativos (relativos a la categoría más baja de actividad): liviana, 0,72 (95% CI= 0,37-1,42); Intensa, 0,41 (95% CI= 0,21-0,84).
Paffenbarger y cols. (86)	16.936 alumnos univ. varones que entraron en la Univ. entre 1916 y 1950, seguidos desde 1962-1978.	Indice de actividad física (kcal/sem) estimado por la cantidad de escaleras subidas, cuadras caminadas, y juegos deportivos en cada semana	Ataque final (n= 103)	Asociación inversa	Asociación estadísticamente significativa luego del ajuste para la edad, hábito de cigarrillo, e hipertensión diagnosticado por el médico, pendiente de la curva dosis-respuesta a través del índice de actividad física.
Lapidus & Bengtsson (66)	1462 mujeres suecas, edad 38-60, seguidas entre 1968-1981.	Actividad física en el trabajo y durante el tiempo libre, tiempo de vida y durante años previos	Ataque fatal y no fatal (n= 13)	Asociación inversa	Asociación estadísticamente significativa para la actividad física en el trabajo y en el tiempo libre en el pasado año. No asociación estadística para las mediciones de exposición de tiempo de vida, durante el trabajo y el tiempo libre.
Menotti & Seccareccia (73)	99.029 empleados ferroviarios varones, italianos, edad 40-59 años, seguidos durante 5 años.	Clasificación de la actividad física de la tarea en el trabajo (intensa, moderada, y sedentaria)	Ataque fatal (n= 187)	Asociación "U"	La menor tasa de muerte por ataque en la categoría de actividad física "moderada". No hubo control de influencias confrontantes.
Menotti & cols. (72)	8287 hombres, edad 40-59 años, en seis de siete países de un estudio de 7 países; 20 años de seguimiento.	Clasificación de la actividad física de la tarea en el trabajo (intensa, moderada, y sedentaria)	Ataque fatal	Asociación nula	No hubo asociación luego del ajuste estadístico para los factores de riesgo.
Harmsen & cols. (45)	7495 hombres suecos, edad 47-55 años al comienzo y seguidos durante un promedio de 11, 8 años.	Actividad física en el trabajo y en las horas libres	Ataque fatal (n= 230)	Asociación nula	No hubo asociación, luego del ajuste para una serie de factores de riesgo. Impares relativos= (inactivos versus todos los demás) 1,2 95% CI= 0,8-1,8.

Tabla 2. *Resumen de estudios que evalúan la relación entre actividad física y ataques cardíacos. Nota: CI= intervalo de confianza.*

ENFERMEDAD VASCULAR PERIFERICA

Si una forma de vida activa reduce el riesgo de la enfermedad coronaria aterosclerótica, también podría afectar la enfermedad aterosclerótica periférica. Los investigadores del Estudio del Corazón de Framingham examinaron la incidencia en 14 años, de la enfermedad en las arterias periféricas a través del índice de actividad física, al comienzo del estudio en hombres entre 35 y 64 años de edad (54). Los análisis divariados y multivariados no mostraron relación entre la actividad y la enfermedad en las arterias periféricas.

Cáncer

Casi 70 años atrás, los investigadores notaron que las tasas de muerte por cáncer entre los hombres clasificados por tareas ocupacionales, estaban inversamente relacionadas con el gasto energético de la actividad muscular (18, 109). Más recientemente, se ha acumulado evidencia de que la actividad física puede proteger contra el cáncer de colon, pero no de recto (1, 38, 39, 61, 95, 107, 110, 121, 125, 127).

La evaluación de la actividad física en un corto período de tiempo, puede no reflejar la actividad durante un largo tiempo, y esta actividad de largo plazo puede ser importante para enfermedades tales como el cáncer, que tienen un prolongado período de desarrollo. Se obtuvieron dos evaluaciones de la actividad física (1962 o 1966 y 1977) en 17.148 alumnos de Harvard que fueron seguidos, prospectivamente, en la ocurrencia de cáncer de cólon o de recto en 1988 (67).

Mayores niveles de actividad física, que fueron evaluados utilizando solamente los exámenes realizados, no estuvieron asociados con el riesgo de cáncer de cólon. Sin embargo, los alumnos que eran altamente activos (gasto energético de 2500 kcal o más por semana) en ambas evaluaciones, tuvieron la mitad del riesgo de desarrollar cáncer de cólon que aquellos que eran sedentarios (menos de 1000 kcal por semana) en ambas evaluaciones. Por lo tanto, o son necesarios altos niveles de actividad física en forma consistente, para proteger contra el cáncer de cólon, o la combinación de las dos evaluaciones aumenta la precisión de la medición del ídem actividad física. No se observaron evidencias que mayores niveles de actividad protejan contra el cáncer de recto. Los estudios clínicos y de laboratorio han sugerido el rol de la testosterona en el desarrollo del cáncer de próstata. El ejercicio puede tener efectos fisiológicos sobre la producción y utilización de las hormonas sexuales. Estos mismos alumnos de Harvard fueron seguidos, con control de la incidencia de este cáncer, en el mismo período de 26 años (68). A pesar de que los hombres que eran altamente activos (gastaban 4000 kcal/o + por semana, en ambas evaluaciones) tuvieron un menor riesgo de cáncer de próstata, no hubo una respuesta en declive de protección a menores niveles de gasto energético, y estas observaciones necesitan ser repetidas.

De manera similar, las observaciones que sugieren un menor riesgo de cáncer de pecho entre las mujeres deportistas en comparación con las no deportistas (36), están basadas en muestras pequeñas y deben ser interpretadas con precaución. Además, este estudio particular está basado en entrevistas con mujeres que han sobrevivido a este cáncer, y las influencias en el criterio de selección de las mujeres o de supervivencia no pueden ser excluidos en la interpretación de los resultados. La aptitud física, evaluada como la máxima tolerancia al ejercicio a través de un test en cinta ergométrica, está inversamente asociada con la mortalidad por cáncer en el Estudio Longitudinal del Centro Aeróbico Cooper (12). Hubo 64 muertes por cáncer en 10, 224 hombres y 18 en 3120 mujeres, los que fueron seguidos durante un promedio de ocho años (sobre un total de 110.482 personas/años de observación). Las tasas de muerte por cáncer, ajustadas por la edad, por 10.000 personas/años de observación, considerando categorías bajas, moderadas, y altas de capacidad físicas, fueron de 20, 7, y 5 en los hombres; en tanto fueron de 16, 10, y 1 en las mujeres, siendo estas tendencias estadísticamente significativas. El número de muertes en este estudio es relativamente pequeño, hasta este momento, e imposibilita una evaluación de la asociación entre la aptitud física y las muertes por cáncer en sitios u órganos específicos. Todos los pacientes en el análisis estaban aparentemente sanos al comienzo del mismo: las personas con una historia o evidencia de varias enfermedades crónicas fueron excluidas. Sin embargo, algunos individuos, probablemente, tenían un cáncer subclínico ya presente en ese momento. La enfermedad no detectada podría causar debilidad y hábitos inactivos y resultar en menores niveles de aptitud. Por lo tanto, parte de la asociación entre aptitud y mortalidad por cáncer pudo haber sido debida al cáncer, que causó menores niveles de capacidad. Sin embargo, la pendiente inversa de mortalidad por cáncer entre los grupos activos es llamativa y necesita investigación adicional.

Diabetes (diabetes no insulino-dependiente-DMNID)

La diabetes mellitus no insulina-dependiente (DMNID), que afecta a 10-12 millones de personas de 20 años o más, es una

patología compleja caracterizada por un incremento en la resistencia insulínica y una secreción alterada de la misma. Esta patología conduce a un aumento en el riesgo de CHD y a otras complicaciones vasculares, como enfermedad vascular periférica, enfermedad renal y ceguera (22, 28, 80). Junto con un adecuado control del peso corporal y una dieta prudente, la actividad física es comúnmente recomendada en el tratamiento de la DMNID (50, 80, 106, 128), pero ha sido poco estudiada en la prevención o retraso de los efectos de esta enfermedad. Ciertas líneas indirectas de evidencia apoyan la idea que la actividad física disminuye el riesgo de DMNID. Por ejemplo, las sociedades físicamente activas tienen menos DMNID que las sociedades más sedentarias (7, 26, 124); cuando las poblaciones se vuelven menos activas, la incidencia de esta enfermedad ha aumentado consistentemente. La actividad física aumenta la sensibilidad de la insulina (103, 112), y el ejercicio de resistencia regular induce a una pérdida de peso y a cambios positivos en el metabolismo de la glucosa (59, 100). La actividad física también ha sido inversamente asociada con la prevalencia de diabetes en varios estudios cross-seccionales (37, 58, 78, 116).

En un estudio prospectivo con alumnos de la Universidad de Pennsylvania se ha demostrado una evidencia directa del rol protector de la actividad física contra la DMNID (47, 89). Utilizando cuestionarios por correo, los patrones contemporáneos de actividad física y otros hábitos de vida fueron examinados en relación a la incidencia de DMNID en 5990 hombres; esta enfermedad se desarrolló en 202 de estos hombres, en 15 años de seguimiento.

La actividad física en tiempo libre, expresada en kilocalorías (kcal) al caminar, subir escaleras, y realizar actividades recreacionales, estuvo inversamente relacionada con el desarrollo de la DMNID. Las tasas de incidencias disminuyeron a medida que el gasto energético aumentaba, desde menos de 500 a más de 3500 o más kcal/semana. Por cada incremento en el gasto energético de 500 kcal, la diabetes se reducía cerca del 6%, y esta relación inversa persistía cuando se consideraba la composición corporal, el peso ganado desde que se comenzó la Universidad, la historia de hipertensión, y la historia familiar de diabetes. El efecto protector de la actividad física era más fuerte con juegos deportivos moderados a intensos. El efecto también era fuerte en individuos considerados con un mayor riesgo de DMNID, ya que en ellos eran obesos para su estatura o hipertensos o tenían una historia familiar de diabetes.

Este estudio entre alumnos universitarios apoya el concepto que se puede lograr la prevención o la demora de la DMNID incrementando la actividad total, y que las actividades más intensas (natación, ciclismo, pedestrismo, etc.) pueden inducir a un efecto más fuerte que las actividades moderadas.

Osteoartritis

La osteoartritis es un problema principal de salud pública en los Estados Unidos (79), y a algunos investigadores se muestran preocupados ya que el ejercicio intenso puede aumentar el riesgo del desarrollo de la enfermedad. El título de una reciente editorial en el Periódico de Medicina Interna (Journal of Internal Medicine), “Pedestrismo-para un corazón saludable y una cadera deteriorada?”, expresa una común preocupación que el ejercicio pueda aumentar el riesgo de osteoartritis (32). Los estudios cross-seccionales no muestran diferencias en la prevalencia de osteoartritis entre corredores y los grupos control (64, 91). Un estudio de dos años de seguimiento realizado por Lane y cols. (63) también muestra tasas de progresión similares para la osteoartritis entre corredores y el grupo control.

Un análisis preliminar de los datos en el Estudio Longitudinal del Centro Aeróbico no muestra un incremento en la osteoartritis en la cadera o rodilla en los distintos niveles de exposición al pedestrismo (13). La incidencia de osteoartritis en seis años, en un grupo de 1039 mujeres y 4429 hombres, fue más alta en los sujetos mayores y más obesos. Pero no fue mayor en sujetos que habían corrido más millas en sus vidas, o que habían corrido durante más años, o que habían corrido más millas durante el año anterior al inicio del estudio. A pesar que la competencia selección/protección no puede ser desentrañada en estos primeros datos, las indicaciones disponibles sugieren que ni el pedestrismo ni el “jogging” están asociados con un incremento en el riesgo de osteoartritis en la cadera o rodilla.

Osteoporosis

La osteoporosis, y el riesgo asociado de fracturas, también es un problema principal de salud pública, especialmente para las personas mayores. El pico de masa ósea se consigue siendo joven, probablemente durante la segunda o tercera década de vida (111). Una gradual disminución de la densidad mineral ósea ocurre a través de la mediana edad, y se acelera en forma marcada, en las mujeres luego de la menopausia, especialmente durante los primeros cinco años de la postmenopausia (111). Durante los últimos años se han llevado a cabo numerosos estudios sobre la relación de la actividad física con la densidad mineral ósea. Dos estudios de revisión (111, 119) proveen un excelente resumen de estos informes. La investigación actual sostiene unas pocas conclusiones generales. Claramente, el hueso responde al stress físico del ejercicio. Es probable, que la actividad física regular eleve el pico de masa ósea en mujeres jóvenes, puede ser que retarde la disminución de la densidad mineral ósea en mujeres de mediana edad y mujeres mayores, y puede incrementar esta densidad en pacientes con osteoporosis declarada (111). Se necesita mucha investigación adicional para clarificar el tipo y la cantidad específica de ejercicio que más eficazmente promueva la salud ósea en las distintas etapas de la vida. Hay muy

pocos estudios con hombres, y éste vacío también necesita de una respuesta. Aún no está del todo claro cómo la actividad física y otras intervenciones que se sabe o se sospecha son efectivas, como la suplementación de calcio o la terapia de reemplazo de estrógenos, pueden interactuar para promover o mantener la salud ósea. La actividad física regular puede brindar beneficios más allá de un impacto directo sobre la densidad mineral ósea. Las personas activas tienen una mayor masa muscular y son más fuertes, lo que podría reducirles el riesgo de caer o protegerse contra las fracturas cuando se producen éstas caídas. Sorock y cols. (113) reportan una reducción en el riesgo de fracturas (riesgo relativo= 0,41 en hombres y 0,76 en mujeres) en individuos activos en comparación con sedentarios.

Discapacidad músculo-esquelética

Las patologías músculo-esqueléticas son comunes, especialmente en las personas mayores. Estas patologías pueden contribuir a la incapacidad para realizar actividades rutinarias o al riesgo de caídas. La alta prevalencia de la discapacidad relativa en personas mayores está manifestada por problemas para caminar, realizar tareas domésticas, y desarrollar actividades personales (20). Las caídas son el principal problema de salud de los mayores. La etiología de la caída es compleja, y múltiples factores son identificados como posibles causas; pero, las limitaciones en la función músculo-esquelética, tales como bajos niveles de fuerza muscular, balance, y flexibilidad, pueden ser contribuyentes importantes (118). Los corredores reportan pocas limitaciones en las actividades rutinarias y bajos niveles de incapacidad en comparación con el grupo control (65). La disfunción muscular y los problemas con la movilidad están fuertemente asociados con bajos niveles de fuerza muscular (33). Además, aún los ancianos (86-96 años) mejoran la fuerza muscular con un programa de entrenamiento de fuerza de ocho semanas (33); en realidad, se notaron promedios de ganancia en fuerza del 175%. Los incrementos en la fuerza también estuvieron asociados con mejorías objetivas en los tests de movilidad. Hasta el presente, los datos son limitados, y se necesitan más estudios, incluyendo investigaciones de intervención, para evaluar el posible impacto del aumento de la actividad física sobre la incidencia de las patologías músculo-esqueléticas. Sin embargo, las personas mayores en particular, son claramente susceptibles de sufrir incapacidades relativas, disminución en la función, caídas, y desórdenes músculo-esqueléticos específicos; algunos de estos problemas pueden ser debidos a una pérdida progresiva de la función músculo-esquelética, causada por décadas de un estilo de vida sedentario. Las investigaciones futuras deben poner énfasis en cuantificar los niveles de actividad y aptitud requeridos para prevenir la disfunción, y en los programas de intervención apropiados y aceptables para restaurar la función.

Resumen de estudios epidemiológicos

Relación dosis-respuesta

La mayoría del público general y muchos profesionales de la salud creen que el ejercicio regular es un hábito de salud importante. Durante las últimas dos décadas, los científicos del deporte han promovido un enfoque basados en evidencias de investigación para la prescripción del ejercicio que especifíca su intensidad, duración, y frecuencia (2-5). Estas recomendaciones están basadas en numerosas series controladas de entrenamiento que han caracterizado la forma de la relación dosis-respuesta de ejercicio, en mejorías a corto plazo de la capacidad física.

La prescripción de ejercicios enfatiza actividades relativamente intensas, que utilicen los grandes grupos musculares, que duren al menos 20 minutos, y que sean realizados como mínimo tres veces por semana.

Esta dosis de ejercicios o actividades físicas fue adoptada por el Jefe de Sanidad de los Estados Unidos para plantear los objetivos de salud de 1990 (98). Muchas campañas de educación pública, libros, y artículos han presentado este enfoque de prescripción de ejercicios como un consejo para el público. Nosotros creemos que estas actividades han llevado tanto al público como a los profesionales de la salud a adoptar un punto de vista dicotómico del ejercicio. Es decir, a menos que una persona logre la prescripción de ejercicio especificada, no hay beneficios o respuestas al programa de entrenamiento. En nuestra opinión que este es un punto de vista incorrecto, especialmente en términos de los efectos de la actividad física sobre la salud.

En la Figura 1 se presenta la relación entre varios niveles de actividad física o aptitud física, y mortalidad, a partir de cinco estudios prospectivos recientes. Estos estudios indican que hay un gradiente del riesgo entre los niveles de actividad o aptitud, y que los niveles moderados de actividad o aptitud están asociados con reducciones importantes y clínicamente significativas en el riesgo. Esta observación se opone al concepto ampliamente sostenido de umbral, el que afirma que no hay beneficios de la actividad física hasta que sea alcanzado el nivel de prescripción de ejercicio, y que hay mayores mejorías con niveles más altos del mismo.

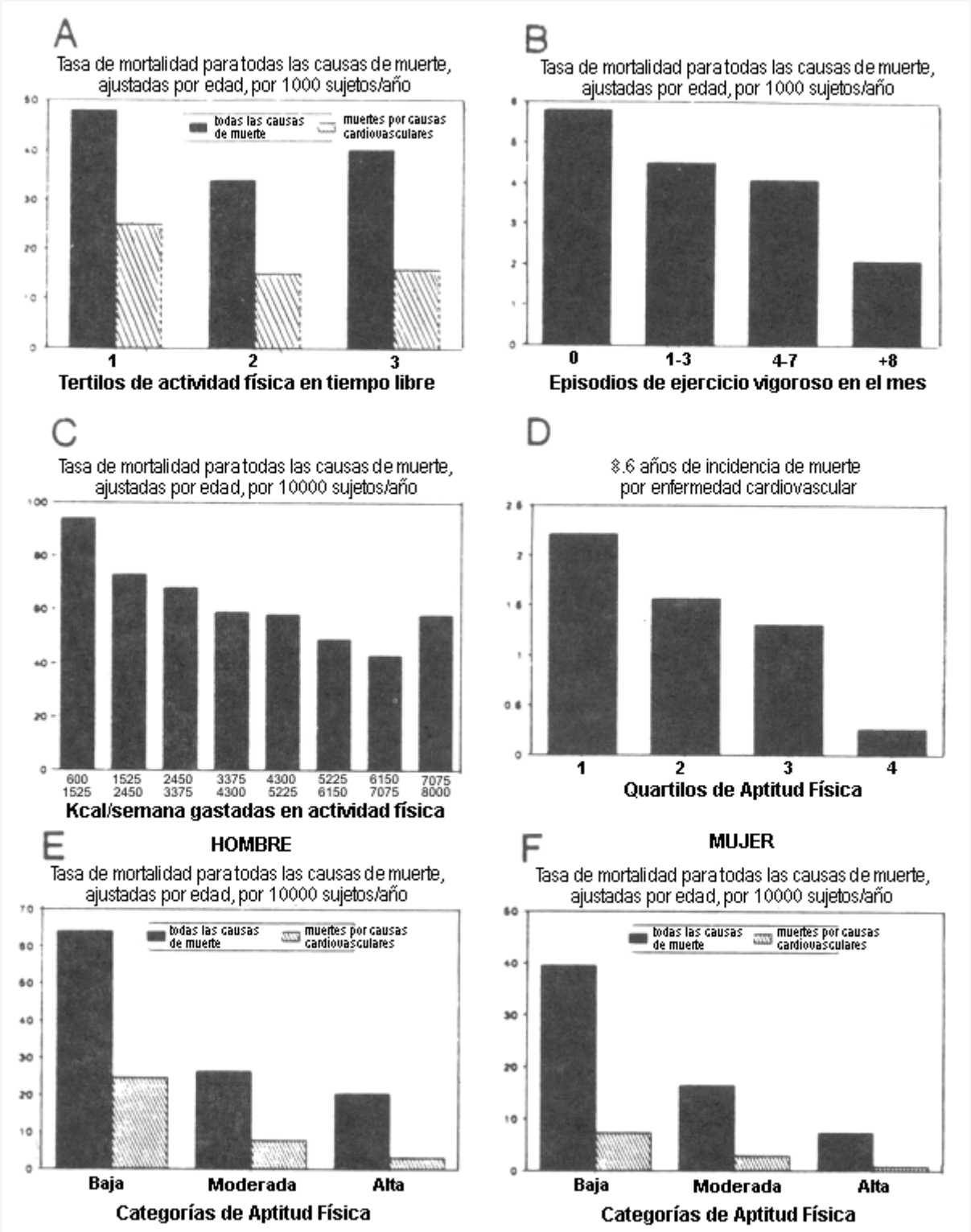


Figura 1. *Las tasas de enfermedad coronaria, enfermedad cardiovascular, o mortalidad por causas generales, están graficadas sobre el eje vertical. El eje horizontal indica la exposición a varios niveles de actividad o aptitud física. La Figura está constituida con datos tomados de cinco estudios epidemiológicos prospectivos: A (69); B (75); C (87); D (31); E y F (12). Las tasas de los diferentes paneles no pueden ser comparadas directamente, debido a diferentes metodologías, objetivos, y poblaciones en estudio.*

La Figura 2 ilustra una curva idealizada de beneficio (línea sólida), ante el incremento de los niveles de actividad o aptitud física basada en estudios actuales, y una segunda curva hipotética (línea punteada) que probablemente representa la opinión prevalerte del público y de los profesionales de la salud.

La relación dosis-respuesta indicada por los cinco estudios representa una buena noticia para los individuos sedentarios. Ellos pueden tener la esperanza que un programa moderado de actividad física les resulte, probablemente, en algunos beneficios importantes para la salud. El mensaje de salud pública debería ser "realizar algo de actividad física es mejor que no hacer nada". O sea, un poco es mejor que nada, y, hasta un cierto punto, más es mejor que menos. El nivel moderado de aptitud física que está asociado con tasas de muerte mucho menores, que con los niveles bajos de aptitud física en el Estudio Longitudinal del Centro Aeróbico (12), puede ser logrado relativamente con poca actividad. Una caminata acelerada de 2 millas en 30-40 minutos (3-4/mph) realizada la mayoría de los días, podría ser suficiente para producir los niveles moderados de aptitud definidos en este estudio. Una reciente serie clínica aleatoria, sugiere que tres caminatas de 10 minutos durante el transcurso del día tienen casi el mismo impacto sobre la capacidad física que una caminata de 30 minutos (21). Por lo tanto, las recomendaciones de ejercicio pueden enfatizar la acumulación de 30 minutos de caminata (o el gasto energético equivalente, en alguna otra actividad) en el transcurso del día, como suficientes para obtener importantes beneficios funcionales y sobre la salud. Este enfoque puede resultar menos intimidatorio y más fácil de seguir que la prescripción de una sesión de ejercicio continuo, y debería ser considerado para los programas de intervención (9, 46). Una caminata de cinco minutos luego del desayuno y antes de la cena, una caminata de diez minutos antes o después del almuerzo, y unos pocos minutos de subir y bajar escaleras a lo largo del día, provocaría la acumulación de una dosis de actividad que debería mejorar la salud y las funciones en los individuos previamente sedentarios y desentrenados.

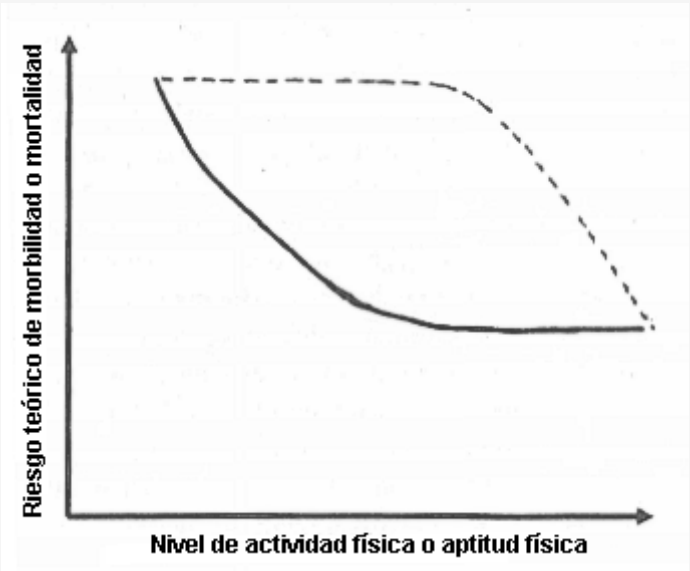


Figura 2. *La línea sólida indica cambio en el riesgo a través de los niveles de actividad o aptitud; esta línea es idealizada a partir de los estudios prospectivos publicados. La línea de puntos (arriba) indica la relación de los puntos límites de enfermedad, con el nivel de actividad o aptitud, con la presunción que es requerida la prescripción tradicional de ejercicio para obtener beneficios sobre la salud, y que mayores niveles de actividad o aptitud producen beneficios adicionales, como se indica por la declinación en el riesgo más allá del punto de umbral.*

Cuestiones metodológicas en estudios poblacionales de actividad física

A veces se suscitan los problemas metodológicos y de diseño, en cuanto a la interpretación de los datos de estudios epidemiológicos. En esta sección nosotros discutimos los temas de las influencias y los prejuicios en los estudios sobre evaluación de la actividad física.

Influencias o prejuicios

Mucho se ha escrito a cerca de las influencias, prejuicios o preconceptos que podrían afectar los resultados de los estudios poblacionales, y la mayoría de los textos standarizados tratan este tema con profundidad (48, 102). Los estudios epidemiológicos sobre la actividad física, la aptitud física, y la salud han sido normalmente conducidos con grupos de oportunidad, tales como alumnos universitarios (86, 87, 90), pacientes de una clínica de medicina preventiva (11, 12), u hombres con alto riesgo (69). Con frecuencia, los resultados de tales estudios son cuestionados por posibles errores generados por influencias o prejuicios en la selección de la muestra. Sin embargo, el error o influencia en la selección de la muestra no es el principal problema en estos estudios, porque las personas enroladas en los mismos, vienen bajo

observación, previo al conocimiento de cualquier resultado. Como en la mayoría de las investigaciones epidemiológicas, se debe tomar mucha precaución cuando se generalizan los resultados, y es necesario replicar el trabajo con otros grupos. Un posible error en los estudios existentes es que los sujetos sedentarios o desentrenados pueden estar en dichas categorías, debido a que ya tienen alguna enfermedad, los que les causa la inactividad y el incremento concomitante de riesgo de muerte. Los investigadores han tratado de resolver estos problemas evaluando la relación entre actividad o aptitud, con mortalidad, en intervalos al comienzo y durante el período de seguimiento (12, 75, 87), o considerando cambios en las clasificaciones de actividades de trabajo (84).

Cuestiones de la evaluación

Se han hecho esfuerzos para validar los instrumentos de evaluación de la actividad física usados en los estudios poblacionales (60, 104, 115), pero hay varios temas importantes que necesitan mayor atención. En primer lugar es la temporalidad de la exposición a la actividad física, ya que esta puede estar influyendo en el camino etiológico de enfermedades y patologías. Todos los estudios hasta el presente se han referido normalmente, a un solo momento temporal de estimación de la actividad física (o inactividad), como una medición de la exposición. Los primeros estudios (77, 84, 85) evaluaban las necesidades relativas y absolutas de gasto energético de una tarea, mientras que los estudios más recientes enfatizan la actividad física de tiempo libre (69, 86, 87, 90). Como en el estudio de ingesta alimenticia y enfermedad, los investigadores han asumido que estas estimaciones de actividad se correlacionan con la habitual, o de por vida, exposición a la actividad física, lo que es más plausible en un sentido etiológico; esta presunción aún no ha sido confirmada. El problema de la inadecuada clasificación de la exposición a una actividad física (ya sea por un cambio en el comportamiento durante un período de seguimiento o por un error real de evaluación), basada en una simple medición de base, es una causa que podría llevar a subestimar el verdadero punto de estimación del riesgo. Por lo tanto, nosotros podemos argumentar que cualquier aumento en el riesgo, demostrado con un simple punto de estimación de la actividad física, debería solamente ser reforzado con una medición de la exposición a la actividad física más completa y precisa, y menos variable. Esto, a menudo, no ha sido demostrado; una notable excepción es el estudio mencionado anteriormente de la actividad física y la incidencia en el cáncer de cólon (67). El segundo tema es que aún si la presunción de un simple punto de estimación de la actividad física es etiológicamente válido, se desconoce cuantos días de evaluación son necesarios para construir un modelo verdadero del gasto energético habitual. Como con la ingesta alimenticia (70), nosotros podemos, razonablemente, presumir un cierto grado de variación intraindividual en el gasto energético. Por lo tanto, cuántos días de evaluación son necesarios para minimizar esta variación intraindividual y brindar estimaciones no influenciadas erróneamente, de los hábitos de actividad física?. Tal trabajo ha sido hecho en el área de ingesta alimenticia (6, 70), pero aún no hay nada disponible para el gasto energético.

Este problema se relaciona con el error de medición y subsecuente mala clasificación de la exposición del mismo modo que fue discutido anteriormente, y debe ser resuelto para brindar estimaciones más precisas de la exposición a la actividad física. Se necesitan desarrollar nuevos enfoques para la evaluación de la actividad física para resolver estos problemas, y aproximarse mejor a parámetros fisiológicos apropiados de interés en diferentes poblaciones.

EPIDEMIOLOGIA DESCRIPTIVA DE LA ACTIVIDAD FISICA EN LOS ESTADOS UNIDOS

La actividad física dentro de los grupos demográficos

Durante las últimas dos o tres décadas han recibido un mayor énfasis las contribuciones de la actividad física a un estilo de vida más saludable. La observación casual de que los adultos se están volviendo físicamente más activos puede ser apoyada por datos de estudios nacionales que muestran pequeños incrementos en el porcentaje de individuos que son activos y disminuciones en el porcentaje de aquellos que son sedentarios (114). Sin embargo, nosotros no somos una sociedad activa; siete de los once objetivos generales de salud para la actividad y aptitud de 1990, probablemente no fueron alcanzados (98). Los datos del Estudio Nacional de Entrevista sobre la Salud de 1985 muestran que el 25% de los hombres adultos y el 30% de las mujeres adultas eran sedentarios (no reportaron actividad física en el pasado mes) (16). Otro 30% de hombres y mujeres fueron clasificados como irregularmente activos, y sólo el 8% de los hombres y 7% de las mujeres estaban haciendo ejercicios a los niveles recomendados por los objetivos de 1990. Los niveles de actividad física, generalmente, están inversamente relacionados con la edad y directamente relacionados con los niveles educativos y económicos. Las personas de raza blanca aparecen de alguna manera ser más activos que las personas negras y personas con razas no especificadas.

Riesgos de una baja actividad o aptitud atribuibles a la población

Los estudios epidemiológicos revisados anteriormente apoyan la inferencia de que los bajos niveles de actividad y aptitud física son factores de riesgo fuertes e independientes para la mortalidad por enfermedades cardiovasculares, por cáncer, y por causas generales. La alta prevalencia de hábitos sedentarios en los EEUU conducen, por lo tanto, a un alto % de población con riesgos atribuibles a un estilo de vida sedentario. Paffenbarger y cols. (87) calculan el riesgo atribuible a la población, de la mortalidad por causas generales, ante hábitos sedentarios en un 16% (sedentarismo= <2000 kcal/semana de actividad física; aproximadamente el 60% de los alumnos de Harvard estaban en riesgo, según esta definición), en comparación con el 6% por hipertensión, el 22% por cigarrillo, y el 5% por una historia familiar positiva de muerte parental temprana. Los bajos niveles de actividad física en el Estudio Longitudinal del Centro Aeróbico estuvieron asociados con un riesgo atribuible del 9% en los hombres y del 15% en las mujeres (12). Estas estimaciones de riesgo fueron comparables, o mayores con las estimaciones para otros factores de riesgo bien establecidos, como el cigarrillo, el colesterol elevado o la tensión sanguínea, una elevada glucosa sanguínea, un alto BMI (índice de masa corporal), y una historia de muerte prematura por una enfermedad coronaria en algunos de los padres.

Hahn y cols. (44) estimaron recientemente el número de muertes por nueve enfermedades crónicas atribuidas a varios factores de riesgo. Las estimaciones estuvieron basadas en estudios publicados y en las tasas de muerte en los EEUU en 1986. El número de muertes atribuidas a los hábitos sedentarios [sedentarios o irregularmente activos, como se describe en Caspersen y cols. (16)] fue de 256.686. Este número fue excedido por las estimaciones para el cigarrillo (361.911) y la obesidad (261.988), pero fue mayor que los números estimados para un colesterol elevado (253.194) o la hipertensión (225.962).

Las estimaciones de riesgos atribuibles a la población por hábitos sedentarios y una baja aptitud física son altos. La actividad en los Estados Unidos parece ser un problema de salud pública que es de magnitud comparable con el cigarrillo, la obesidad, la presión sanguínea alta, y los elevados niveles de colesterol.

Enfermedad	Número estudios	Tendencias entre las categorías de actividad de aptitud, y fuerza de la evidencia
Obesidad	***	↓↓↓
Enfermedad coronaria	***	↓↓↓
Hipertensión	**	↓↓
Ataque	**	↓
Enfermedad vascular periférica	*	→
Cáncer (en todos los sitios)	*	↓
Colon	***	↓↓
Recto	***	→
Pecho	*	↓
Próstata	*	↓
Pulmón	*	↓
Diabetes no insulino-dependiente	*	↓↓
Osteoartritis	*	→
Osteoporosis	**	↓↓
Incapacidad músculo-esquelética	**	↓↓

Tabla 3. *Resumen de resultados de estudios que investigan la relación de la actividad o aptitud física con incidencias seleccionadas de enfermedades crónicas (a, b). (a)* Pocos estudios, probablemente menos que 5; ** Varios estudios, aproximadamente 5-10; *** Muchos estudios, más de 10. (b)→ No hay diferencia aparente en las tasas de enfermedad entre las categorías de actividad o aptitud;↓ alguna evidencia de reducción en las tasas de enfermedad entre las categorías de actividad o aptitud;↓↓ buena evidencia de reducción en las tasas de enfermedad a través de las distintas categorías, control de potenciales factores confundidores, buenos métodos, alguna evidencia de mecanismos biológicos;↓ ↓ ↓ excelente evidencia de reducción en las tasas de enfermedad, a través de las distintas categorías, buen control de los potenciales factores confundidores, excelentes métodos, extensa evidencia de mecanismos biológicos; la relación es considerada causal.*

RESUMEN

Los estudios de investigación realizados durante las últimas décadas confirman los beneficios que aporta a la salud la actividad física regular, un concepto con base en la edad antigua. Los efectos de la actividad sobre ciertas condiciones de salud individuales, la dosis precisa de actividad requerida para beneficios específicos, el rol de la intensidad del esfuerzo, y la elucidación de los caminos biológicos por donde la actividad contribuye a la salud, son temas de futuras investigaciones. A pesar de que aún permanecen detalles sin esclarecer, se sabe que la actividad física reduce el riesgo de morbidez y mortalidad de varias enfermedades crónicas y que aumenta la capacidad física, lo que lleva a mejorar la función. La Tabla 3 presenta la relación de la actividad con varias enfermedades, un juicio sobre la fuerza de la evidencia, y una determinación general de la cantidad de trabajos existentes. Los resultados de los estudios clínicos de ejercicio y las investigaciones epidemiológicas pueden ser integrados en una teoría consistente y coherente de la actividad física para la salud. Sin embargo, necesitan ser reconciliadas algunas diferencias entre estas dos corrientes de investigación. Los fisiólogos del ejercicio han recomendado, en general, una actividad relativamente intensa y un enfoque formal para la prescripción de ejercicios.

Los estudios epidemiológicos sugieren una relación lineal dosis-respuesta, al menos hasta un punto, entre la actividad física y los efectos funcionales y de salud. Estos datos apoyan las recomendaciones de salud pública dirigidas hacia el grupo más sedentario y desentrenado de la población, y enfatizan en realizar al menos, una actividad física moderada. Si este grupo de adultos acumulara 30 minutos de caminata por día (o el gasto energético equivalente en otras actividades), ellos obtendrían beneficios en cuanto a la salud, clínicamente significativos. Un punto importante es que no importa que tipo de actividad física se realiza: deportes, ejercicio planeado, tareas domésticas, trabajo en el jardín, o tareas ocupacionales; todas ellas son beneficiosas. El factor clave es el gasto energético total; si eso es constante, las mejorías en la capacidad y en la salud serán importantes. Hay probablemente, 40 millones de adultos en los EEUU cuyos hábitos sedentarios los ubican en un considerable riesgo de morbidez y mortalidad por varias enfermedades. Estos mismos individuos también son más susceptibles de tener limitaciones funcionales, especialmente a medida que van siendo mayores.

El tamaño independiente del riesgo relativo para una perjudicada salud en personas sedentarias, y un gran número bajo riesgo, conduce a un obstáculo sustancial para la salud pública. Este problema necesita de la continua atención de los médicos y otros profesionales de la salud, de los científicos, y de los establecimientos de salud pública.

Agradecimientos

Agradecemos a Laura Becker por brindar su apoyo como secretaria, y a Chris Ensmann y Shannon Jackson por su ayuda para la revisión de la literatura. Este trabajo ha sido apoyado en parte por becas de los Institutos Nacionales de Salud (AG 06945, AR 39715, HL 34174, CA 44854).

REFERENCIAS

1. Albanes, D., Blair, A., Taylor, P.R (1989). Physical activity and risk of cancer in the NHANES I population. *Am. J. Public Health 79: 744-50*
2. Am. Coll. Sports Med (1991). Guidelines for Exercise Testing and Prescription. *Philadelphia: Lea & Febiger. 314 pp. 4th ed*
3. Am. Coll. Sports Med (1986). Guidelines for Exercise Testing and Prescription. *Philadelphia: Lea & Febiger. 179 pp. 3rd ed*
4. Am. Coll. Sports Med. (1975). Guidelines for Graded Exercise Testing and Exercise Prescription. *Philadelphia: Lea & Febiger. 116 pp*
5. Am. Coll. Sports Med. Position Stand (1990). The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness in healthy adults. *Med. Sci. Sports Exerc. 22: 265-74*
6. Beaton, G.H., Milner, J., Corey, P., McGuire, V., Cousins, M., et al (1979). Sources of variance in 24-hour dietary recall data: implications for nutrition study design and interpretation. *Am. J. Clin. Nutr. 32: 2546-59*
7. Bjomtorp, P., De Jounge, K., Sjostrom, L., Sullivan, L (1970). The effect of physical training on insulin production in obesity. *Metabolism 19: 631-37*
8. Blair, S.N (1991). Living with Exercise. *Dallas: American Health Publishing Company. 119 pp*
9. Blair, S.N., Cooper, K.H., Gibbons, L.W., Gettman, L.R., Lewis, S., et al (1983). Changes in coronary heart disease risk factors associated with increased treadmill time in 753 men. *Am. J. Epidemiol. 118: 352-59*
10. Blair, S.N., Goodyear, N.N., Gibbons, L.W., Cooper, K.H (1984). Physical fitness and incidence of hypertension in healthy normotensive men and women. *J. Am. Med. Assoc. 252: 487-90*
11. Blair, S.N., Kohl, H.W. III, Paffenbarger, R.S. Jr., Clark, D.G., Cooper, K.H., et al (1989). Physical fitness and all-cause mortality: a

prospective study of healthy men and women. *J. Am. Med. Assoc. 262: 2395-2401*
12. Blair, S.N., Kohl, H.W. III, Powell, K.E., Caspersen, C.J., Barlow, C.E (1990). Running and incidence of osteoarthritis (abstract). *Med. Sci. Sports Exerc. 22 (Suppl.): S 116*
13. Bouchard, C., Shephard, R.J., Stephens, T., Sutton, J., McPherson, B., eds (1990). Exercise, Fitness and Health. A Consensus of Current Knowledge. *Champaign: Human Kinetics. 720 pp*
14. Calabrese, L.H (1990). Exercise, immunity, cancer and infection. *See Ref. 14, pp. 567-79*
15. Caspersen, C.J., Christenson, G.M., Pollard, R.A (1986). Status of the 1990 Physical Fitness and Exercise Objectives-evidence from NHIS 1985. *Public Health Rep. 101: 587-92*
16. Caspersen, C.J., Powell, K.E., Christenson, G.M (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep. 100: 126-31*
17. Cherry, T (1922). A theory of cancer. *Med. J. Aust. 1: 425-38*
18. Cooper, K.H., Pollock, M.L., Martin, R.P., White, S.R (1976). Physical fitness levels vs. selected coronary risk factors. *J. Am. Med. Assoc. 236: 166-69*
19. Cornoni-Huntley, J., Brock, D.B., Ostfeld, A.M., Taylor, J.O., Wallace, R.B., eds (1986). Established Populations for Epidemiologic Studies of the Elderly. *Bethseda: Natl. Inst. Health, 428 pp. 21*
20. DeBusk, R.F., Stenestrand, U., Sheehan, M., Haskell, W.L (1990). Training effects of long versus short bouts of exercise in healthy subjects. *Am. J. Cardiol. 65: 1010-13*
21. Defronso, R.A., Ferrannin, E., Koivisto, V (1983). New concepts in the pathogenesis and treatment of non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Am. J. Med. 74 (Suppl. 1A): 52-81*
22. Ducimetiere, P., Eschwege, E., Papoz, L., Richard, J.L., Claude, J.R., et al (1980). Relationship of plasma insulin levels to the incidence of myocardial infarction and coronary heart disease mortality in a middle-aged population. *Diabetologia 19: 205-10*
23. Duncan, J.J., Gordon, N.F., Scout, C.B., Vaandrager, K., Rudling, K., et al (1991). Walking for cardiovascular fitness-walking for health: how much is enough? (abstr.). *Natl. Conf. Cholesterol and High Blood Pressure Control-program book, pp. 97-98*
24. Eaton, S.B., Konner, M., Shostak, M (1988). 26. Eaton, S.B., Konner, M., Shostak, M. 1988. Stone agers in the fast lane: chronic degenerative disease in evolutionary perspective. *Am. J. Med. 84: 739-49*
25. Eaton, S.B., Shostak, M., Konner, M (1988). The Paleolithic Prescription: A Program of Diet and Exercise and a Design for Living. *New York: Harper & Row*
26. Editorial: Type 2 Diabetes or NIDDM (1989). Looking for a better name. *Lancet i: 588-91*
27. Ehsani, A., Heath, G., Hagberg, J., Burton, E., Holloszy, J (1981). Effects of 12 months of intense exercise training on ischemic ST-segment depression in patients with coronary artery disease. *Circulation 64: 1116-24*
28. Eichner, E (1986). Coagulability and rheology: hematologic benefits from exercise, fish, and aspirin: implications for athletes and nonathletes. *Physician Sportsmed. 14: 102-10*
29. Ekelund, L., Haskell, W.L., Johnson, J.L., Whaley, F.S., Criqui, M.H., et al (1988). Physical fitness as a predictor of cardiovascular mortality in asymptomatic North American men: the Lipid Research Clinics Mortality Follow-up Study. *N. Engl. J. Med. 319: 1379-84*
30. Ernst, E (1990). Jogging-for a healthy heart and worn-out hips?. *J. Int. Med. 228: 295-97*
31. Fiatarone, M.A., Marks, E.C., Ryan, N.D., Meredith, C.N., Lipsitz, L.A., et al (1990). High-intensity strength training in nonagenarians: effects on skeletal muscle. *J. Am. Med. Assoc. 263: 3029-34*
32. Flodin, N (1986). Atherosclerosis: an insulin-dependent disease?. *J. Am. Coll. Nutr. 5: 417-27*
33. Frey-Hewitt, B., Vranizan, K.M., Dreon, D.M., Wood, P.D (1990). The effect of weight loss by dieting and exercise on resting metabolic rate in over-weight men. *Int. J. Obes. 14: 327-34*
34. Frisch, R.E., Wyshak, G., Albright, N.L., Albright, T.E., Schiff, I., et al (1985). Lower prevalence of breast cancer and cancers of the reproductive system among former college athletes compared to non-athletes. *Br. J. Cancer 52: 885-91*
35. Frisch, R.E., Wyshak, G., Albright, T.E., Albright, N.L., Schiff, I (1986). Lower prevalence of diabetes in female former college athletes compared to non-athletes. *Diabetes 35: 1101-5*
36. Garabrant, D.H., Peter, J.M., Mack, T.M., Bernstein, L (1984). Job activity and colon cancer risk. *Am. J. Epidemiol. 119: 1005-14*
37. Gerhardsson, M., Norell, S.E., Kiviranta, H., Pedersen, N.L., Ahlbom, A (1986). Sedentary jobs and colon cancer. *Am. J. Epidemiol. 123: 775-80*
38. Gibbons, L.W., Blair, S.N., Cooper, K.H., Smith, M (1983). Association Between coronary heart disease risk factors and physical fitness in healthy adult women. *Circulation 67: 977-83*
39. Gordon, N.F., Cooper, K.H (1988). Controlling cholesterol levels through exercise. *Compr. Ther. 14: 52-57*
40. Gordon, N.F., Scott, C.B., Wilkinson, W.J., Duncan, J.J., Blair, S.N (1990). Exercise and mild essential hypertension. Recommendations for adults. *Sports Med. 10: 390-404*
41. Hagberg, J.M (1990). Exercise, fitness, and hypertension. *See Ref. 14, pp. 455-66*
42. Hahn, R.A., Teutsch, S.M., Rothenberg, R.B., Marks, J.S (1986). Excess deaths from nine chronic diseases in the United States. *J. Am. Med. Assoc. 264: 2654-59*
43. Harmsen, P., Rosengren, A., Tsipogianni, A., Wilhelmsen, L (1990). Rosengren, A., Tsipogianni, A., Wilhelmsen, L. 1990. Risk factors for stroke in middle-aged men in Goteburg. *Sweden. Stroke 21: 223-29*
44. Harris, S.S., Caspersen, C.J., DeFriese, G.H., Estes, H. Jr (1989). Physical activity counseling for healthy adults as a primary preventive intervention in the clinical setting: report for the US Preventive Services Task Force. *J. Am. Med. Assoc. 261: 3590-98*
45. Helmrick, S.P., Ragland, D.R., Leung, R.W., Paffenbarger, R.S. Jr (1991). Physical activity and reduced occurrence of non-insulin-dependent diabetes mellitus. *N. Engl. J. Med. 325: 147-52*
46. Hennekens, C.H., Buring, J.E (1987). Epidemiology in Medicine. *Boston: Little Brown, 383 pp*
47. Herman, B., Schmitz, P.I.M., Leyten, A.C.M., Van Luijk, J.H., Frenken, C.W.G.M. et al (1983). Multivariate logistic analysis of risk

factors for stroke in Tilburg. *The Netherlands. Am. J. Epidemiol. 118: 514-25*
48. Horton, E.S (1988). Role and management of exercise in diabetes mellitus. *Diabetes Care 11: 201-11*
49. Hughes, R.A., Thorlamd, W.G., Eyford, T., Hood, T (1990). The acute effects of exercise duration on serum lipoprotein metabolism. *J. Sports Med. Phys. Fitness 30: 37-44*
50. Hughes, R.A., Thorland, W.G., Housh, T.J., Johnson, G.O (1990). The effect of exercise intensity on serum lipoprotein responses. *J. Sports Med. Phys. Fitness 30: 254-60*
51. Kannel, W.B., McGee, D (1979). Diabetes and cardiovascular disease: The Framingham Study. *J. Am. Med. Assoc. 241: 2035-38*
52. Kannel, W.B., Sorlie, P (1979). Some Health benefits of physical activity: The Framingham Study. *Arch. Intern. Med. 139: 857-61*
53. Karvonen, M., Kentala, K., Mustala, O (1957). The effects of training Herat rate: a longitudinal study. *Ann. Med. Exp. Biol. Fenn. 35: 307-15*
54. Kavanagh, T (1989). Does exercise improved coronary collateralization?. *A new look at an old belief. Physician Sportsmed. 17: 96-114*
55. King, A.C., Frey-Hewitt, B., Dreon, D.M., Wood, P.D. 1989. Diet vs (1989). exercise in weight maintenance: the effects of minimal intervention strategies on long-term outcomes in men. *Arch. Intern. Med. 149: 2741-46*
56. King, H., Zimmet, P., Raper, L.R., Balkau, B (1984). Risk factors for diabetes in three Pacific populations. *Am. J. Epidemiol. 119: 396-409*
57. King, P., Hirshman, M., Horton, E.D., Horton, E.S (1989). Glucose Transport in skeletal muscle membrane vesicles from control and exercised rats. *Am. J. Physiol. 257: C 1128-34*
58. Kohl, H.W., Blair, S.N., Paffenbarger, R.S. Jr., Macera, C.A., Kronenfeld, J.J (1988). A mail survey of physical activity habits as related to measured physical fitness. *Am. J. Epidemiol. 127: 1228-39*
59. Kohl, H.W., LaPorte, R.E., Blair, S.N (1988). Physical activity and cancer: an epidemiological perspective. *Sports Med. 6: 222-37*
60. Koplan, J.P., Powell, K.E (1984). Physicians and the Olympics. *J. Am. Med. Assoc. 252: 529-30*
61. Lane, N.E., Bloch, D.A., Hubert, H.B., Jones, H., Simpson, U., et al (1990). Running, osteoarthritis, and bone density: initial 2-year longitudinal study. *Am. J. Med. 88: 452-59*
62. Lane, N.E., Bloch, D.A., Jones, H.H., Marshall, W.H. Jr., Wood, P. D., et al (1986). Long-distance running bone density, and osteoarthritis. *J. Am. Med. Assoc. 255: 1147-51*
63. Lane, N.E., Bloch, D.A., Wood, P.D., Fries, J.F (1987). Aging, long-distance running, and the development of musculoskeletal disability: a controlled study. *Am. J. Med. 82: 772-80*
64. Lapidus, L., Bengtsson, C (1986). Socioeconomic factors and physical activity in relation to cardiovascular disease and death. *A 12-year follow-up of participants in a population study of women in Gothenburg, Sweden. Br. Heart J. 55: 295-301*
65. Lee, I.M., Paffenbarger, R.S. Jr., Hsieh, C.C (1991). Physical activity and risk of colorectal cancer among college alumni. *J. Natl. Cancer Inst. In press*
66. Lee, I. M., Paffenbarger, R.S. Jr., Hsieh, C.C (1991). Physical activity and risk of prostatic cancer among college alumni. *Am. J. Epidemiol. In press*
67. Leon, A.S., Connett, J., Jacobs, D.R. Jr., Rauramaa, R (1987). Leisure-time physical activity levels and risk of coronary heart disease and death: the Multiple Risk Factor Intervention Trial. *J. Am. Med. Assoc. 258: 2388-95*
68. Liu, K., Stamler, J., Dyer, A., McKeever, J., McKeever, P (1978). Statistical methods to assess and minimize the role of intra-individual variability in obscuring the relationship between dietary lipids and serum cholesterol. *J. Chron. Dis. 31: 399-418*
69. Malina, R.M (1988). Physical activity in early and modern populations: an evolutionary view. *In Physical Activity in Early and Modern Populations, ed. R. Malina, H. Eckert, 21: 1-12. Champaign: Human Kinetics. 114 pp*
70. Menotti, A., Keys, A., Blackburn, H., Aravanis, C., Dontas, A., et al (1990). Twenty-year stroke mortality and prediction in twelve cohorts of the Seven Countries Study. *Int. J. Epidemiol. 19: 309-15*
71. Menotti, A., Seccareccia, F (1985). Physical activity at work and job responsibility as risk factors for fatal coronary heart disease and other causes of death. *J. Epidemiol. Community Health 39: 325-29*
72. Montoye, H.J (1991). Health, exercise and athletics: a millennium of observations-a century of research. *Am. J. Human Biol. In press*
73. Morris, J.N., Clayton, D.G., Everitt, M.G., Semmence, A.M., Burgess, E.H (1990). Exercise in leisure time: coronary attack and death rates. *Br. Heart J. 63: 325-34*
74. Morris, J.N., Everitt, M., Pollard, R., Chave, S., Semmence, A (1980). Vigorous exercise in leisure-time: protection against coronary heart disease. *Lancet ii: 1207-10*
75. Morris, J.N., Heady, J.A., Raffle, P.A.B., Roberts, C.G., Parks, J.W (1993). Coronary heart disease and physical activity of work. *Lancet ii: 1053-1120*
76. Morsiani, M (1989). Epidemiology and Screening of Diabetes. *Boca Raton. Fla: CRC*
77. Natl. Cent. Health Stat., Collins, J.G (1986). Prevalence of selected chronic conditions, United States, 1979-81. *Vital and Health Statistics. Ser. 10, No. 155. DHHS Publ. No. (PHS) 86-1583. Public Health Serv. Washington, DC: GPO. 80*
78. Natl. Inst. Health (1987). Consensus Development Conference statement on diet and exercise in non-insulin-dependent Diabetes Mellitus. *Diabetes Care 10: 639-44*
79. Noakes, T., Higginson, L., Opie, L (1983). Physical training increases ventricular fibrillation thresholds of isolated rat hearts during normoxia, hypoxia and regional ischemia. *Circulation 67: 25-30*
80. Oldridge, N.B., Guyatt, G.H., Fischer, M.S., Rimm, A.A (1988). Cardiac rehabilitation after myocardial infarction: combined experience randomized clinical trials. *J. Am. Med. Assoc. 260: 945-50*
81. Paffenbarger, R.S. Jr., Hale, W.E (1975). Work activity and coronary heart disease mortality. *N. Engl. J. Med. 292: 545-50*
82. Paffenbarger, R.S. Jr., Hale, W.E., Brand, R.J., Hyde, R.T (1977). Work-energy level, personal characteristics, and fatal heart attack: a birth-cohort effect. *Am. J. Epidemiol. 105: 200-13*
83. Paffenbarger, R.S. Jr., Hyde, R.T., Wing, A.L., Stinmetz, C.H (1984). A natural history of athleticism and cardiovascular health. *J. Am. Med. Assoc. 252: 491-95*

84. Paffenbarger, R.S. Jr., Hyde, R.T., Wing, A.L., Hsieh, C.C (1986). Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni. *N. Engl. J. Med. 314: 605-13*
85. Paffenbarger, R.S. Jr., Williams, J.L (1967). Chronic disease in former college students V. Early precursors of fatal stroke. *Am. J. Public Health 57: 1290-99*
86. Paffenbarger, R.S. Jr., Wing, A.L (1973). Chronic disease in former college students XII. Early precursors of adult-onset diabetes mellitus. *Am. J. Epidemiol. 97: 314-23*
87. Paffenbarger, R.S. Jr., Wing, A. L., Hyde, R.T., Jung, D.L (1983). Physical activity and incidence of hypertension in college alumni. *Am. J. Epidemiol. 117: 245-57*
88. Panush, R.S., Schmidt, C., Caldwell, J.R., Edwards, N.L., Longley, S., et al (1986). Is running associated with degenerative joint disease?. *J. Am. Md. Assoc. 255: 1152-54*
89. Park, R.J (1989). Healthy, moral, and strong, educational views of exercise and athletics in 19th century America. *In Fitness in American Culture: Images of Health, Sport, and the Body 1830-1940. Ed. K. Grover, pp. 123-68. Amherst, Mass: Amherst Univ*
90. Park, R.J (1988). How active were early populations?. *In Physical Activity in Early and Modern Populations, ed. R. Malina, H. Eckert. 1: 13-21. Champaign: Human Kinetics, 114 pp*
91. Pavlou, K., Steffee, W., Lerman, R., Burrows, B (1985). Effects of dieting and exercise on lean body mass, oxygen up-take, and strength. *Med. Sci. Sports Exerc. 17: 466-71*
92. Peters, R.K., Garabrant, D.H., Yu, M.C., Mack, T.M (1989). A case-control study of occupational and dietary factors in colorectal cancer in young men by subsite. *Cancer Res. 49: 5459-68*
93. Posel, D., Noakes, T., Kantor, P., Lambert, M., Opie, L.H (1989). Exercise training after experimental myocardial infarction increases the ventricular fibrillation threshold before and after the onset of reinfarction in the isolated rat heart. *Circulation 80: 138-45*
94. Powell, K.E., Thompson, P.D., Caspersen, C.J., Kendrick, J.S (1987). Physical activity and the incidence of coronary heart disease. *Annu. Rev. Public Health 8: 253-87*
95. Progress toward achieving the 1990 (1989). National Objectives for Physical Fitness and Exercise. *Morbid. Mortal. Wkly. Rept. 38: 449-53*
96. Raglin, J.S (1990). Exercise and mental health. Beneficial and detrimental effects. *Sports Med. 9: 323-29*
97. Rauramaa, R (1984). Relationship of physical activity glucose tolerance and weight management. *Prev. Med. 13: 37-46*
98. Rauramaa, R., Salonen, J.T., Seppanen, K., Salonen, R., Veralainen, J.M. et al (1986). Inhibition of platelet aggregability by moderate-intensity physical exercise: a randomized clinical trial in overweight men. *Circulation 74: 939-44*
99. Rothman, K.J (1987). Modern Epidemiology. *Boston: Little Brown. 358 pp*
100. Ruderman, N.B., Ganda, O.P., Johansen, K (1978). The effect of physical training on glucose tolerance and plasma lipids in maturity-onset diabetes. *Diabetes 28 (Suppl.): 89-92*
101. Sallis, J.F., Haskell, W.L., Wood, P.D., Fortmann, S.P., Rogers, T. et al (1985). Physical activity assessment methodology in the Five-City Project. *Am. J. Epidemiol. 121: 91-106*
102. Salonen, J.T., Puska, P., Tuomilehto, J (1982). Physical activity and risk of myocardial infarction, cerebral stroke, and death: a longitudinal study in Eastern Finland. *Am. J. Epidemiol. 115: 526-37*
103. Schneider, S.H., Ruderman, N.B (1986). Exercise and physical training and the treatment of diabetes mellitus. *Compr. Ther. 12: 49-56*
104. Severson, R.K., Nomura, A.M.Y., Grove, J.S., Stemmermann, G.N (1989). A prospective analysis of physical activity and cancer. *Am. J. Epidemiol. 130: 522-29*
105. Simon, H.B (1990). Discussion: exercise, immunity, cancer and infection. *See Ref. 14. pp. 581-88*
106. Sivertsen, I., Dahlstrom, A.N (1922). The relation of muscular activity to carcinoma. A preliminary report. *J. Cancer Res. 6: 365-78*
107. Slattery, M.L., Schumacher, M.C., Smith, K.R., West, D.W., Abd-Elghany, N (1988). Physical activity, diet, and risk of colon cancer in Utah. *Am. J. Epidemiol. 128: 989-99*
108. Soman, V.R., Veikko, K.A., Deibert, D., Feliz, P., De Frunzo, F (1979). Increased insulin sensitivity and insulin binding to monocytes alter physical training. *N. Engl. J. Med. 301: 1200-4*
109. Sorock, G.S., Bush, T.L., Golden, A.L., Fried, L.P., Breuer, B. et al (1988). Physical activity and fracture risk in a free-living elderly cohort. *J. Gerontol. Med. Sci. 43: M 134-39*
110. Stephens, T (1987). Secular trends in adult physical activity: exercise boom or bust?. *Res. Q. Exerc. Sport 58: 94-105*
111. Taylor, H.L., Jacobs, D.R. Jr., Schucker, B., Knudsen, J., Leon, A.S. et al (1978). A questionnaire for the assessment of leisure time physical activities. *J. Chron. Dis. 31: 741-55*
112. Taylor, R., Ram, P., Zimmet, P., Raper, L.R., Ringrose, H (1984). Physical activity and prevalence of diabetes in Melanesian and Indian men in Fiji. *Diabetologia 27: 578-82*
113. Thompson, P (1988). The benefits and risks of exercise training in patients with chronic coronary artery disease. *J. Am. Med. Assoc. 259: 1537-40*
114. Tinetti, M.E., Speechley, M., Ginter, S.F (1988). Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N. Engl. J. Med. 319: 1701-7*
115. Tipton, C.M., Vailas, A.C (1990). *See Ref. 14. pp. 331-34*
116. Van Dale, D., Saris, W., Ten Hoor, F (1990). Weight maintenance and resting metabolic rate 18-40 months alter a diet-exercise treatment. *Int. J. Obes. 14: 347-59*
117. Vena, J.E., Graham, S., Zielezny, M., Swanson, M.K., Barnes, R.E., Nolan, J (1985). Lifetime occupational exercise and colon cancer. *Am. J. Epidemiol. 122: 357-65*
118. Vranic, M., Wasserman, D (1990). Exercise, fitness, and diabetes. *See Ref. 14. pp. 467-90*
119. See Ref. 14. pp. 467-90 (1988). Left ventricular hypertrophy: its prime importance as a controllable risk factor. *Am. Heart J. 116:*

272-79
120. West, K.M (1978). Epidemiology of Diabetes and Its Vascular Lesions. *New York: Elsevier. 579 pp*
121. Whittemore, A.S., Wu-Williams, A.H., Lee, M., Zheng, S., Gallagher, R.P (1990). Diet, physical activity, and colorectal cancer among Chinese in North American and China. *J. Natl. Cancer Inst. 82: 915-26*
122. Wood, P., Haskell, W., Blair, S., Williams, P.T., Krauss, R.M (1983). Increased exercise level and plasma lipoprotein concentrations: a one-year, randomized controlled study in sedentary, middle-aged men. *Metabolism 32: 31-39*
123. Wu, A.H., Paganini-Hill, A., Ross, R.K., Henderson, B.E (1987). Alcohol, physical activity and other risk factors for colorectal cancer: a prospective study. *Br. J. Cancer 55: 687-94*
124. Zinman, B., Vranic, M (1985). Diabetes and exercise. *Med. Clin. North Am. 69: 145-57*

Cita Original

S. N. Blair, H. W. Kohl, N. F. Gordon,Y R. S. Paffenbarger, Jr. ¿Cuánta Actividad Física es Buena para la Salud?. Annu. Rev. Publ. Health, 13: 99-126, Annual Reviews Inc; 1992.