

EL EJERCICIO EN LA PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO DE LAS ENFERMEDADES EN PERSONAS MAYORES

THE EXERCISE IN THE PREVENTION AND TREATMENT OF THE DISEASES IN ELDERLY

**Juan Francisco
Marcos Becerro**

Presidente del
Instituto de
Longevidad y Salud

LA ACCIÓN DEL EJERCICIO SOBRE LOS FACTORES CAUSANTES DEL ENVEJECIMIENTO

Acciones sobre la expresión de los genes, los telómeros, las especies oxígeno reactivas, las mitocondrias, las proteínas del estrés y la proteólisis

El ejercicio aumenta en el músculo esquelético los niveles del ARN mensajero de algunos de los genes que regulan los procesos fisiológicos implicados en el envejecimiento y sus comorbilidades¹.

El bajo estado socioeconómico, el tabaco, la obesidad, el envejecimiento y la falta de ejercicio disminuyen la longitud de los telómeros². El ejercicio, sea el de tipo aerobio o el de fuerza, realizado a diferentes intensidades protege a los telómeros de diversas células contra el envejecimiento, tanto en los animales como en las personas. En los ratones, el ejercicio voluntario estabiliza las proteínas del telómero en las células del miocardio y ejerce efectos antienvjecimiento³.

En los humanos, el ejercicio moderado preserva a los telómeros de las células mononucleares contra el acortamiento⁴. En los deportistas que entrenan el levantamiento de potencia los teló-

meros musculares son más largos que los de los jóvenes activos sanos⁵.

Según Cherkas y sus colaboradores⁶, la longitud de los telómeros de los leucocitos de los individuos que realizaron ejercicio vigoroso (correr, montar en bicicleta, o levantar pesas) durante 3 horas a la semana, tenían 200 nucleótidos más que los menos activos. La longitud citada, es la que poseen los telómeros de las personas inactivas 10 años más jóvenes. Los autores dicen que este hecho se produjo únicamente con el ejercicio llevado a cabo en el tiempo libre, pero no con el efectuado durante el trabajo habitual.

Varios estudios científicos muestran que el ejercicio disminuye la acción de las especies oxígeno reactivas (EOR) en las personas mayores⁷.

Es un hecho bien conocido que, las especies oxígeno reactivas (EOR) desempeñan una importante función en el envejecimiento de las mitocondrias, pero especialmente en el de las musculares y en de las cardíacas. En los hombres mayores, el ejercicio aerobio de intensidad moderada se opone a estos efectos al aumentar la capacidad antioxidante total y la actividad de la enzima antioxidante glutatión peroxidasa. No obstante, el cese del esfuerzo físico revierte los efectos conseguidos con el entrenamiento⁸.

CORRESPONDENCIA:

Juan Francisco Marcos Becerro
Calle Arturo Soria 262, 3º Centro. Escalera Derecha. 28033. Madrid.
E-mail: marcosbecerro@telefonica.net

Aceptado: 29.03.2012 / Revisión nº 243

Al igual que el ejercicio aerobio, el entrenamiento de fuerza regular⁹, incluso cuando se realiza de forma unilateral (sobre una pierna)¹⁰ (Parise *et al.* 2005a), disminuye en los hombres mayores el estrés oxidativo sobre el ADN mitocondrial, y aumenta la actividad de la citocromo oxidasa¹⁰, de la catalasa y de la superóxido dismutasa CuZn (CuZnSOD).

Las proteínas del estrés (HSPs), son unas proteínas sintetizadas por las células en respuesta a los diferentes tipos de estrés conocidos. El envejecimiento se acompaña de la disminución de la síntesis de las HSPs, mientras que el ejercicio ejerce el efecto contrario. La literatura médica es rica en publicaciones en las que se demuestra que, tanto el ejercicio agudo como el crónico¹¹ son capaces de inducir la síntesis de las HSPs en varias células y tejidos (leucocitos, esplenocitos, músculo, corazón, adrenales, etc), y realizar algún tipo de protección sobre ellos.

El proteasoma es un gran complejo proteínico encargado de realizar la degradación de las proteínas (proteólisis) del organismo dañadas por la acción de los radicales libres o de otros agentes. A medida que pasan los años la vía ubiquitina-proteasoma reguladora de la degradación selectiva de las proteínas va perdiendo actividad, lo que facilita el proceso de envejecimiento.

El ejercicio, al estimular la capacidad reguladora de la ubiquitina-proteasoma, se convierte en un agente que aumenta la longevidad y disminuye los efectos negativos del envejecimiento¹². El ejercicio intenso y especialmente el de fuerza, produce una serie de alteraciones en el músculo esquelético, de entre las que destaca la degradación de las proteínas, en cuyo mecanismo interviene la ubiquitina-proteasoma.

En las mujeres mayores, los genes que controlan la vía ubiquitina-proteasoma involucrada en la atrofia muscular tienen disminuida su función, a consecuencia de lo cual, se produce la sarcopenia. El entrenamiento de fuerza aumenta en estas mujeres la expresión del ARN mensajero (mARN) de los genes de los marcadores proteolíticos musculares: la atrogina y el MuRF-1, aun-

que el incremento de este último es menor que el que se produce en las mujeres jóvenes¹³. Del mismo modo, en los hombres, el entrenamiento de fuerza, de acuerdo con las cargas empleadas, modula el sistema ubiquitina-proteasoma en el músculo esquelético y modifica el metabolismo de las proteínas¹⁴.

El ejercicio también interviene sobre la vía ubiquitina-proteasoma de los adipocitos (células grasas). En las ratas, el ejercicio aumenta la densidad del receptor adrenérgico beta de estas células, un receptor que interactúa con la vía ubiquitina-proteasoma¹⁵.

LA ACCIÓN DEL EJERCICIO EN LA PREVENCIÓN Y REHABILITACIÓN DE ALGUNAS ENFERMEDADES

Enfermedades cardiovasculares

Aunque dentro de las enfermedades cardiovasculares existen varios tipos distintos, sin embargo, las de mayor incidencia son las relacionadas con la aterosclerosis, y especialmente, la enfermedad de las arterias coronarias.

La aterosclerosis y sus complicaciones

Las lesiones de la aterosclerosis asientan principalmente en la aorta, en las femorales, en las poplíteas y en las tibiales, en las carótidas interna y externa, en las renales y en las cerebrales¹⁶.

La complicación más importante de la aterosclerosis es la obstrucción del vaso en el que asienta, y por lo tanto, el defecto de irrigación del territorio surtido por la arteria. La obstrucción de las arterias cerebrales origina el accidente cerebral, la de las coronarias, el infarto de miocardio, y la de las femorales y poplíteas, la necrosis o gangrena de los miembros inferiores.

Enfermedad de las arterias coronarias o cardiopatía isquémica

La enfermedad coronaria (EC) es una de las principales complicaciones de la aterosclerosis

y constituye una de las causas más frecuentes de mortalidad en los países industrializados, y por lo tanto, en España¹⁷. La enfermedad coronaria es la responsable del 28% de todas las muertes cardiovasculares (35% en los hombres y 21% en las mujeres).

El tratamiento preventivo de la cardiopatía isquémica es prácticamente el mismo que el de su causa originaria, es decir, el estilo de vida sano, la dieta, el ejercicio y los fármacos que disminuyen los lípidos y los que evitan la formación de los trombos, entre ellos la aspirina¹⁸.

Varios trabajos han demostrado que, la adopción de un programa de ejercicios y la mejoría de la forma física inciden positivamente sobre la mortalidad, incluso en la de las personas mayores. Parece pues, evidente, que el ejercicio es un factor a tener en cuenta a la hora de prevenir y rehabilitar las enfermedades cardiovasculares. Sin embargo, parece ser que, al menos en las cardiopatías, el más conveniente es el de intensidad moderada, ya que cerca del 70% de las muertes súbitas que aparecen en las personas mayores de 35 años durante el ejercicio intenso son debidas a infartos de miocardio, con trombos ricos en plaquetas. No obstante, en los individuos normales el ejercicio vigoroso no aumenta el riesgo de padecer una trombosis, siempre que la hemostasia sea normal¹⁹.

Enfermedad de las arterias cerebrales o accidente cerebro-vascular

Los accidentes cerebro vasculares (ictus) son muy frecuentes en los países desarrollados y la aterosclerosis y la hipertensión son sus principales agentes casuales²⁰.

En España, en el año 2006 se produjeron 1.288.010 ingresos hospitalarios de personas afectadas por el ictus²¹ y causaron 32.887 fallecimientos. De ellos, 19.038 fueron mujeres. Esta afección constituye la segunda causa de mortalidad para la población española y la primera para las mujeres²².

Como quiera que un gran contingente de los accidentes cerebro-vasculares poseen idénticos

factores causales que la cardiopatía coronaria, el ejercicio, al ejercer un efecto beneficioso sobre ellos, lo hace, así mismo, sobre la evolución de los accidentes cerebro vasculares. Lo dicho para el caso de cardiopatía isquémica es válido para los accidentes cerebrovasculares, tanto en la prevención como en la rehabilitación, aunque en este caso, las secuelas neurológicas (parálisis de los miembros) necesitan una rehabilitación específica.

Enfermedad arterial periférica

La enfermedad arterial periférica (EAP) o enfermedad vascular periférica, es otro de los componentes de la aterosclerosis. Los diabéticos, los hiperlipidémicos y los fumadores son los enfermos que con mayor frecuencia la padecen, ya que en ellos es muy habitual la disfunción endotelial y el estado de hipercoagulación²³.

Como en las otras arterias afectadas por la arterioesclerosis en la EAP la acción del ejercicio mejora de forma notable los problemas clínicos y sus complicaciones.

Enfermedades que influyen en el proceso aterosclerótico

Hiperlipidemia

Funciones de las lipoproteínas: Las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL), son potentes donadores de fosfolípidos a las plaquetas, por lo que influyen en la patogenia y en las complicaciones de la cardiopatía coronaria (CC)²⁴.

A Las lipoproteínas de baja densidad (LDL se las considera las primeras responsables en el desarrollo de la enfermedad cardiovascular (EC)²⁵.

Las lipoproteínas de alta densidad (HDL), además de invertir el transporte del colesterol, aumentan la fibrinólisis (disolución de los coágulos de fibrina), disminuyen la capacidad de agregación de las plaquetas, promueven la acción antioxidante y la antiinflamatoria del óxido nítrico contra las LDL. De ello se infiere la acción protectora que las HDL ejercen contra la

aterosclerosis²⁶ y la enfermedad coronaria en todas las edades, pero especialmente en los mayores de 70 años²⁷. Por otra parte, el mantenimiento de los niveles normales de las lipoproteínas a lo largo de la vida retrasa el envejecimiento²⁸.

En España, en las personas con edades comprendidas entre los 35 y 64 años, el 18% tiene unas cifras de colesterol iguales o superiores a los 250 mg/dl, y el 58% iguales o superiores a los 200 mg/dl.

El aumento de los lípidos circulantes se relaciona con la formación de la placa de ateroma en los vasos arteriales. En la aterosclerosis se encuentran elevadas las cifras del colesterol total, las de los triglicéridos, y las de las lipoproteínas de muy baja y baja densidad, mientras que las de alta densidad se hallan disminuidas. El ejercicio realiza el efecto contrario.

La dieta y el ejercicio, solos o asociados mejoran la hipertensión y el perfil de las LP (aumentan las de alta densidad HDL y disminuyen los triglicéridos²⁵).

Diabetes

La diabetes es una enfermedad crónica frecuente en las sociedades desarrolladas, que en numerosas ocasiones es la causante de los trastornos vasculares del corazón, del los del cerebro y de los de las arterias periféricas. La diabetes del tipo II no insulino-dependiente es la más habitual. La inmensa mayoría de los afectados son adultos y la causa que la origina es la resistencia de la glucosa a la insulina segregada en cantidades normales.

Las personas afectadas por las alteraciones de la glucosa (hiperglucemia en ayunas o intolerancia a la glucosa) poseen un gran riesgo a sufrir la diabetes del tipo 2. En estos casos, la dieta y el ejercicio disminuyen la incidencia de la diabetes entre un 28 y un 59%²⁹.

El ejercicio, y en especial el de resistencia, incrementa la sensibilidad de la glucosa a la insulina, aumenta la disponibilidad de la glucosa y disminuye la concentración plasmática de la insulina.

El entrenamiento de fuerza (EF), solo o asociado con el de resistencia, también es útil en el tratamiento de la diabetes, como se observa en el trabajo de Kucukarlan y sus colaboradores³⁰. Según ellos, el EF junto al de resistencia (el paseo), además de ser seguros, ejercen efectos beneficiosos sobre la salud de los diabéticos.

El ejercicio y la dieta producen mayor disminución de peso que la dieta sola al finalizar un programa de 10 semanas, y la pérdida se mantiene un año después. Al mismo tiempo que se origina un descenso en los niveles de la glucemia y una mejoría en el perfil de las lipoproteínas.

Obesidad

La obesidad constituye un importante problema para la salud y para la sociedad, no solo por las alteraciones que produce, sino también por los gastos que origina³¹.

El riesgo de muerte súbita aumenta exponencialmente con el grado de obesidad. Alrededor del 40% de la incidencia de la cardiopatía isquémica se presenta en personas con IMC mayor de 25. Casi la mitad de los casos de cáncer de mama son diagnosticados en mujeres obesas posmenopáusicas.

La triada clásica consistente en dieta, ejercicio y fármacos sigue siendo válida en el tratamiento de la obesidad, aunque los últimos deben reservarse para los casos especiales.

Para que el ejercicio produzca beneficios substanciales sobre la salud debe ser realizado, al menos durante 150 minutos a la semana, a una intensidad moderada, o lo que es igual, originar un gasto de energía de 7,5 equivalentes metabólicos (METS) hora por semana. Para mantener un peso corporal normal y en 13 años aumentarlo menos de 2,3 kg se necesitan realizar 60 minutos al día de ejercicio de moderada intensidad³².

En las mujeres con sobrepeso, el ejercicio de fuerza acompañado de una dieta pobre en carbohidratos (cetogénica) puede disminuir la grasa corporal sin producir modificaciones significantes en la masa magra. Por otra parte, el ejercicio

de fuerza, unido a una dieta normal, aumenta la masa magra sin afectar a la grasa. Los lípidos de la sangre en ayunas no parecen disminuir por la combinación del tipo de ejercicio expuesto y una dieta pobre en carbohidratos³³.

Cuando la obesidad se acompaña de diabetes e hipertensión, para evitar inconvenientes, habrá que tener en cuenta lo dicho en cada una de las afecciones.

Como en otras muchas enfermedades, el mejor tratamiento es el preventivo llevado a cabo por la adopción de una dieta equilibrada en calorías y principios inmediatos, a lo que debe añadirse la actividad física regular.

Hipertensión

Según las directrices emanadas de la Sociedad Europea de Hipertensión (ESH) y la Sociedad Europea de Cardiología (ESC) publicadas en el año 2007³⁴, y por el Comité de las Directrices Prácticas de la Hipertensión de las ESH y ESC 2003 y 2007³⁵, se define a la presión arterial (PA) como óptima, cuando la presión sistólica (PS) es inferior a 120 mmHg y la diastólica (PD) menor de 80 mmHg; y se la denomina normal, cuando la PS oscila entre 120 y 129 mmHg y/o la PD lo hace entre 80 y 84 mmHg. La presión diastólica inferior a 60-70 mmHg debe ser considerada como factor de riesgo adicional. El término hipertensión sistólica aislada (PSA) se utiliza cuando la PS es igual o superior a los 140 mmHg y la diastólica inferior a 90 mmHg.

Desde hace muchos años se sabe, sin lugar a dudas, que el ejercicio físico es un arma de gran interés en el tratamiento de la hipertensión arterial. Tanto los trabajos epidemiológicos transversales como los longitudinales, así como los de intervención, han venido a demostrar su eficacia en esta grave afección. En un principio, el tipo de ejercicio recomendado fue el aerobio de mediana intensidad, alrededor del 80% de la VO₂ max, aunque posteriormente se demostró que el comprendido entre el 40 y el 70% de la VO₂ max era igualmente efectivo, pero mucho más seguro, en cuanto a la presentación de las complicaciones.

El ejercicio es un arma terapéutica adjunta para controlar la PA, incluso en los mayores hipertensos que tienen muy elevada la rigidez arterial y la presión del pulso³⁶. Esto es posible, porque en la disminución de la PA originada por el ejercicio interviene la mejoría de la función endotelial, un hecho independiente de la presión del pulso.

El ejercicio aerobio realizado con los brazos (pedaleo) produce una importante disminución, tanto en la PS como en la PD, y una mejoría de la adaptabilidad de las pequeñas arterias. Por ello, esta forma de ejercicio es una opción razonable para los pacientes hipertensos que no pueden realizar este tipo de ejercicio con las piernas, por padecer la artrosis de la cadera, de la rodilla o la claudicación intermitente³⁷. En algunas ocasiones el ejercicio produce un aumento exagerado de la PA debido al incremento de la angiotensina II³⁸.

En la mayoría de los textos se señala como la única forma de realizar el ejercicio al entrenamiento aerobio, pero desde hace unos pocos años se han descrito buenos resultados con el EF. Según Collier³⁹, tanto el ejercicio aerobio como el de fuerza disminuyen la PA en los hombres y en las mujeres. Sin embargo, el EF produce descensos más importantes de la PD en las mujeres, pero a la vez les aumenta más la rigidez arterial que en los hombres³⁹.

Los resultados conseguidos con los circuitos de fuerza son totalmente superponibles a los obtenidos con el ejercicio aerobio.

Otras enfermedades

Cáncer

El cáncer, es el tumor maligno que más preocupa a profanos e investigadores. El de colon ha sido el mejor estudiado, desde el punto de vista de la acción del ejercicio. Los trabajos más modernos confirman lo que ya se sabía, que la actividad física ejerce protección contra el cáncer de colon, pero no contra el de recto⁴⁰⁻⁴².

En el cáncer de próstata, la acción protectora del ejercicio es más conflictiva, dado que se han publicado resultados para todos los gustos.

En las mujeres, el cáncer de mama es una de las causas de muerte más frecuentes. Los trabajos más modernos sí reconocen la existencia de un efecto preventivo del ejercicio en el cáncer de mama. En las mujeres japonesas, un programa de ejercicios realizado dos o más veces por semana previene contra este tumor⁴³. En las postmenopáusicas, cuanto mayor es la duración del programa más importantes son los beneficios⁴⁴. Los mejores resultados se consiguen cuando la actividad se lleva a cabo a lo largo de toda la vida⁴⁵. También parece que el ejercicio origina efectos favorables sobre la salud de las mujeres afectadas por el cáncer de mama.

En las supervivientes con cáncer de mama en tratamiento con quimioterapia, un programa de ejercicio realizado entre 3 y 5 veces a la semana, durante 9 semanas, mejora la calidad de vida de estas personas⁴⁶.

La Sociedad Americana del Cáncer (ACS⁴⁷) no recomienda de forma específica el ejercicio de fuerza durante, o tras el tratamiento habitual del cáncer de mama. Sin embargo, muchas mujeres prefieren realizar este tipo de ejercicio en vez del aerobio durante el tratamiento. En respuesta al ejercicio de fuerza agotador, las células satélites del músculo facilitan la hipertrofia y la regeneración del músculo⁴⁷.

Osteoporosis

La osteoporosis es la enfermedad ósea más frecuente en la práctica clínica. Los datos estimados para toda España evidencian que anualmente se producen 33.000 fracturas de fémur, que originan 31.000 intervenciones quirúrgicas y 768.000 días de estancia hospitalaria, generando, solo en la fase aguda, unos gastos estimados en 16.000 millones de pesetas. La mortalidad por esta fractura se calcula entre el 22% y el 50% a corto y medio plazo. En el 30-50% de los enfermos que sobreviven se producen invalideces parciales o totales a largo plazo.

La osteoporosis afecta a los dos sexos. Más de una tercera parte de mujeres mayores de 65 años puede verse afectada por una fractura vertebral.

Son muy numerosos los trabajos en los que se demuestra que el ejercicio, en sus diferentes manifestaciones, actúa de una manera eficaz en la regulación de la masa ósea, en todas las edades y, en especial, en los mayores⁴⁸.

En general, los ejercicios en los que intervienen los músculos que soportan el peso del cuerpo, como pasear, correr, saltar y los ejercicios de fuerza, aumentan la densidad mineral ósea (DMO) de la columna. En las mujeres posmenopáusicas el paseo incrementa la DMO en la cadera y en la columna⁴⁹, especialmente en las que realizaron estos tipos de actividad entre los 12 y los 18 años⁵⁰.

La Asociación Americana del Corazón recomienda a los mayores de 65 años realizar ejercicio aerobio de moderada intensidad 30 minutos al día, 5 días a la semana, o el de intensidad vigorosa, 20 minutos al día y 3 veces a la semana⁵¹. Por otra parte, también se incluyen en estas recomendaciones hacer 8 o 10 ejercicios utilizando los grandes grupos musculares del cuerpo, 2 o más días por semana. A ello añaden realizar 10 minutos de actividades para mantener la flexibilidad articular, como mínimo, dos días a la semana, sin olvidar los ejercicios para conservar el equilibrio en quienes tienen aumentado el riesgo a sufrir las caídas⁵¹.

Sin embargo, Davee y sus asociados⁵² aseguran que, un entrenamiento de fuerza de una hora a la semana, añadido al entrenamiento aerobio general, mejora mucho más en las mujeres la densidad ósea de la columna, que cuando solo realizan actividad aerobia, o no hacen ningún tipo de ejercicio. La fuerza de los músculos, la forma física y el peso del cuerpo se correlacionan muy bien con la densidad mineral ósea (DMO) de la columna y la cadera en las mujeres premenopáusicas⁵³.

Litiasis biliar

Cerca del 75% de los cálculos biliares se hallan constituidos por colesterol. El ejercicio físico, aparte de disminuir el peso corporal, hace lo mismo con la hiperinsulinemia y los niveles de los triglicéridos plasmáticos, además de aumentar

las HDL y los factores que intervienen en la formación de los cálculos. En la literatura son escasos los trabajos dedicados al estudio de la acción del ejercicio sobre la litiasis biliar, pero todos ellos hablan de efectos positivos⁵⁴. Leitzmann *et al*⁵⁵ dicen haber observado una disminución del 20% del riesgo a sufrir una colecistectomía en 60.290 mujeres, que tan sólo realizaban ejercicios recreacionales 2-3 horas por semana. El ejercicio aerobio es el más conveniente para proteger a la vesícula de los cálculos.

EL DECLIVE FUNCIONAL DE LOS ANCIANOS Y EL EJERCICIO

Un gran contingente de las personas mayores padece algún tipo de discapacidad, que se acentúa durante los años que les quedan de vida. El declive funcional de las personas mayores es un acontecimiento realmente importante, pero no irreversible.

A los 80 años, el 80% de los ancianos sufre algún tipo de discapacidad, la mayor parte de ellas está originada por las afecciones cardiovasculares y la artrosis. Según Stuck *et al*⁵⁶, entre los factores responsables de la discapacidad, entendida ésta como cualquier limitación para realizar las actividades de la vida corriente, se citan las alteraciones cognitivas, la depresión psíquica, los defectos de la visión y los hábitos que conforman el estilo de vida, como el índice de masa corporal, el tabaco, y la falta de actividad física. Es chocante que en esta revisión no se citen como factores de riesgo, ni la artrosis, ni las enfermedades cardiovasculares⁵⁶.

Un hecho que resalta por sí mismo, es que a pesar de la heterogeneidad de las causas implicadas en la discapacidad, se la suele tratar como un grupo homogéneo.

La disminución de la función fisiológica de los sistemas cardiaco, pulmonar y muscular de las personas mayores frágiles, y en especial la de las mujeres, se puede paliar con el ejercicio⁵⁷, y lo mismo sucede con la cerebral, dado que durante la realización del ejercicio se produce un aumen-

to del metabolismo y de la actividad neuronal cerebral, así como del flujo sanguíneo cerebral total⁵⁸.

Comparados con los sedentarios, quienes realizan actividad física moderada en su tiempo libre, tienen menos probabilidad de padecer los factores de riesgo cardiovascular⁵⁹. Mensink y sus colaboradores⁶⁰ dicen que las mujeres implicadas en actividades entre moderadas y vigorosas 2-12 veces por mes y 0,5 – 2 horas por semana, soportan presiones sistólicas más bajas, frecuencias cardíacas menores y mejores índices de masa corporal que las sedentarias.

En opinión del grupo de Moreira⁶¹, el entrenamiento aerobio realizado al 20% -60% de la capacidad máxima para el trabajo disminuye la presión arterial. Del mismo parecer son Braith y sus asociados⁶², según las conclusiones de su estudio realizado sobre normotensos con edades comprendidos entre los 60 y 79 años.

Ir andando al trabajo y otros tipos de actividades similares disminuyen el riesgo a padecer hipertensión en los japoneses⁶³.

Las alteraciones del sistema musculoesquelético, y en especial la pérdida de la masa muscular, causadas por el envejecimiento influyen de forma considerable en la discapacidad de los mayores. A la pérdida de la masa muscular consecutiva al envejecimiento se la denomina sarcopenia, a la originada por la enfermedad se la conoce como caquexia y a la que acompaña a la inactividad, recibe el nombre de atrofia. El origen de estas alteraciones reside en la disminución de las proteínas de las fibras musculares. Este defecto se produce por el desequilibrio entre la síntesis y la degradación de dichas proteínas. En la caquexia predomina la degradación, en la atrofia, la disminución de la síntesis y en la sarcopenia se producen las dos⁶⁴. La sarcopenia modifica la relación fuerza-velocidad de los músculos⁶⁵.

La debilidad muscular de los ancianos (dinapenia) se relaciona con la mortalidad y la discapacidad física, incluso cuando la sarcopenia es secundaria a la dinapenia.

En los mayores, la función neuromuscular global parece ser el factor crítico para el mantenimiento de la fuerza muscular y la independencia física⁶⁶.

Los problemas relacionados con la pérdida de la masa muscular se pueden solucionar, al menos parcialmente, con la utilización del entrenamiento de fuerza (EF) habitual, con el de potencia, con el excéntrico de fuerza⁶⁵ y con el de resistencia, aunque el menos efectivo es el último. En los hombres de entre 40 y 67 años el EF intenso y el entrenamiento combinado de fuerza y resistencia de los miembros inferiores produce ganancias en el 1RM de los mismos, pero en los mayores, el entrenamiento combinado puede interferir con la hipertrofia muscular. El entrenamiento aerobio produce menores ganancias. El aumento de la sección transversal de las fibras del tipo II sólo se produce con el EF⁶⁷.

En los mayores que realizan el EF de gran intensidad se engendran recuperaciones de hasta el 50% de la pérdida de fuerza causada por la sarcopenia⁶⁸.

Una condición necesaria para promover la hipertrofia muscular en las personas mayores mediante el EF, es la presencia en la dieta de las proteínas ricas en el aminoácido leucina⁶⁹.

Dado que en el envejecimiento disminuyen las células satélites (CS) indispensables para producir la hipertrofia muscular y que el ejercicio, y en especial el de fuerza, origina la renovación y el aumento de las mismas, la utilización del ejercicio constituye una obligación, no solo para disminuir la discapacidad, sino también para luchar contra el envejecimiento, ya que el ejercicio intenso puede aumentar la longitud del telómero de las CS que en el transcurso de los años sufre un acortamiento⁷⁰.

De cualquier manera, el mantenimiento de un estilo de vida sano facilita la comprensión de la comorbilidad y disminuye las posibilidades de padecer algunas discapacidades en los últimos años de la vida.

Los programas individuales o familiares son poco eficaces para disminuir la incidencia de las

enfermedades cardiovasculares y la discapacidad.

MECANISMOS POR LOS QUE EL EJERCICIO MEJORA LA SALUD

Varios mecanismos biológicos pueden ser los responsables de los beneficios que el ejercicio habitual produce sobre la salud. Este tipo de actividad mejora la composición corporal (disminuye la adiposidad y mejora el control del peso corporal)^{71,72}, aumenta los perfiles de las lipoproteínas lipídicas (disminuye los triglicéridos, aumenta las HDL y disminuye el cociente LDL/HDL Warburton *et al* 2001), mejora la homeostasis de la glucosa y la sensibilidad a la insulina^{71,73}, disminuye la presión arterial⁷⁴, mejora el tono autonómico⁷⁵, reduce la inflamación sistémica⁷⁶, disminuye la coagulación de la sangre⁷⁷, mejora el flujo coronario⁷⁸, aumenta la función cardíaca⁷⁹ y mejora la función endotelial⁸⁰. Por otra parte, el ejercicio, y en especial el de fuerza, protege contra la sarcopenia⁶⁸ y contra la osteoporosis⁴⁸, sin olvidar los buenos efectos que origina sobre la memoria, el aprendizaje, la depresión y la cognición⁸¹.

RECOMENDACIONES DE LA OMS PARA LA UTILIZACIÓN DEL EJERCICIO EN LAS PERSONAS MAYORES

Un hecho comprobado científicamente, es que los mayores de 65 años de ambos géneros involucrados en los programas de ejercicio padecen menos enfermedades, como la cardiopatía coronaria, la hipertensión, el ictus, la diabetes del tipo 2; y los cánceres de mama y de colon que los sedentarios. Además, sus buenas funciones cardiorrespiratorias, metabólicas y musculoesqueléticas les protegen contra la aparición de las afecciones crónicas; y al mantener una buena masa muscular y ósea, no se ven afectados por la sarcopenia ni por la osteoporosis. Otro hecho de gran importancia, es que sus funciones cerebrales, incluida la memoria, mejoran notablemente,

dado que el ejercicio estimula en el hipocampo el factor neurotrófico cerebral implicado en esta función⁸²⁻⁸⁸.

Teniendo en cuenta estos hechos, la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda a todas las naciones la realización de programas para mejorar los niveles de actividad física de sus habitantes⁸⁹, con el objeto de mejorar la salud y prevenir y controlar las enfermedades no transmisibles (ENT)⁹⁰.

Las recomendaciones se aplican a todos los grupos de edad, incluidos los mayores de 65 años. Para estos últimos, la OMS aconseja realizar 150 minutos semanales de ejercicios aerobios de actividad moderada o hacer 75 minutos de ejercicio vigoroso aerobio. Aunque también es posible combinar los dos tipos.

Si se quieren conseguir mejores beneficios hay que duplicar los tiempos expuestos. La duración de las sesiones de ejercicio no debe ser inferior a 10 minutos. La más recomendada es la de realizar 30 minutos diarios de ejercicio de intensidad moderada, cinco veces por semana.

Con el fin de evitar las caídas, es muy conveniente realizar tres veces por semana ejercicios que mejoran el equilibrio, así como los que aumentan la fuerza de los principales grupos musculares de las extremidades inferiores. En quienes por su mal estado de salud no puedan llevar a cabo el programa recomendado, deberán mantenerse activos, dentro de lo que les permita su salud.

Los afectados por algunas enfermedades como las cardíacas y la diabetes deberían consultar con los médicos antes de iniciar los programas de ejercicio aconsejados.

En los próximos años habrá que reconsiderar las recomendaciones expuestas, tomando en consideración las nuevas aportaciones científicas relacionadas con la acción del ejercicio sobre el sedentarismo.

EJERCICIO Y CALIDAD DE VIDA EN LOS MAYORES

Según Stewart y King⁹¹, la calidad de vida viene definida por dos aspectos importantes: El funcionamiento (físico, cognitivo y social) y el bienestar (percepciones de la salud, función emocional y auto-concepto). La calidad de vida es un concepto subjetivo, valorado de forma distinta por los diferentes individuos y por la misma persona, según las etapas de la vida en que se encuentre⁹¹.

La movilidad y la independencia de los ancianos constituyen un hecho primordial en su vida. Las alteraciones del equilibrio y el paso son dos factores que, además de disminuir la primera, acrean graves problemas para la salud y la vida⁹².

Poseer la capacidad de llevar a cabo una vida independiente es un hecho indispensable para quienes desean disfrutar de una buena salud psicológica⁹³.

Para realizar las actividades corrientes de la vida los seres humanos, y en especial los mayores, necesitan conservar, del mejor modo posible, las tres funciones principales involucradas en la forma muscular: la fuerza, la resistencia y la flexibilidad. Su mantenimiento a través del ejercicio se asocia a un buen estado de salud psicofísica y a una mejoría de la calidad de vida⁹⁴, al retrasar el declive de la movilidad⁹⁵, y del equilibrio, lo que contribuye a mantener la autonomía funcional y la independencia^{96,97}, incluso en quienes se ven afectados por ciertos tipos de afecciones crónicas⁹⁸. También se han descrito mejorías de la función intelectual⁹⁹.

La actividad física puede ser uno de los más importantes factores que influyen positivamente el proceso de envejecimiento, dado que el promedio del gasto de energía diario invertido en AF viene a ser del 35% a los 20 años y del 25% a los 90.

La AF es un importante determinante del riesgo de la discapacidad y de la mortalidad. Incluso los aumentos recientes de la actividad ejercen

un efecto importante sobre la salud, aunque los beneficios se pierden cuando la actividad se disminuye de nuevo¹⁰⁰.

Los programas de actividad física dirigidos a las personas mayores deben contener ejercicios que mejoren la capacidad aerobia, la fuerza y la flexibilidad. El reconocimiento médico previo de los participantes constituye una indicación indispensable¹⁰¹.

Como quiera que la percepción es un hecho importante a la hora de valorar los efectos que el ejercicio produce sobre la calidad de vida, esta cualidad debe tenerse en cuenta a la hora de planificar estos programas¹⁰².

De acuerdo con los postulados del Colegio Americano de Medicina Deportiva, la AF en las personas de edad avanzada debe ser utilizada con el fin de combatir la fragilidad y la vulnerabilidad causadas por la inactividad, para atenuar lo más posible las modificaciones biológicas producidas por el envejecimiento, para intentar controlar las enfermedades crónicas, para mejorar todo lo posible la salud psicológica, para incrementar la movilidad y la función y para rehabilitar las funciones perdidas a causa de las enfermedades agudas o crónicas¹⁰³.

Ejercicio, actividad física y bienestar

Spirduso y Cronin¹⁰⁴ han revisado 37 trabajos relacionados con los efectos de la AF sobre los diversos aspectos originados por el envejecimiento en las personas con edades superiores a los 65 años.

Según ellos, los estudios epidemiológicos coinciden en que existe una correlación directa entre la AF y los componentes de la sensación de bienestar. Los estudios de intervención son contradictorios, pues mientras que unos admiten la correlación, otros la niegan. Los estudios experimentales la niegan.

Aunque la mayoría de los investigadores admite que el ejercicio habitual es capaz de mejorar el bienestar psicológico, y algunos estudios de in-

tervención apoyan este concepto, también puede ser verdad, que se necesite un fuerte sentido de bienestar para llevar a cabo un programa de ejercicio habitual de cierta intensidad¹⁰⁵.

Ejercicio, actividad física y función física

Los estudios transversales muestran que el ejercicio y la AF ejercen una influencia positiva sobre la función física. En trabajos aleatorios y no aleatorios con gran número de participantes, la relación entre el grado de actividad referida por los participantes y la función física observada es significativa y su cuantía oscila entre ligera y moderada. En uno de los trabajos se dice que, a medida que transcurren los años, la velocidad del paso y la capacidad para subir escaleras aumentaron más en los hombres que en las mujeres¹⁰⁶.

En dependencia con la cantidad de energía consumida a diario con el ejercicio, quienes gastaron más disfrutaban de una función óptima en las Actividades Básicas de la Vida Diaria (ABVD) y en las Actividades Instrumentales de la Vida diaria (AIVD)¹⁰⁷, mientras que aquellos otros que no fueron capaces de pasear, al menos una milla por semana, el declive en su capacidad funcional era 1,56 veces mayor y fueron incapaces de realizar ABVD y AIVD¹⁰⁸.

De cualquier forma, todos los trabajos epidemiológicos revisados están de acuerdo en la existencia de algún tipo de relación entre el ejercicio y la función física en los mayores.

El entrenamiento de fuerza mejora las tareas que requieren esta cualidad muscular, tales como levantarse del suelo o subir escaleras¹⁰⁹.

Existe poca evidencia de que el entrenamiento aerobio se halle relacionado con las modificaciones en las relaciones familiares; y tampoco que los participantes en el programa de ejercicios fueran capaces de aumentar su actividad una vez finalizado el programa.

Los trabajos epidemiológicos transversales o longitudinales que incluyen miles de personas

mayores de 65 años, muestran la existencia de una relación entre la AF y la función física y la realización de una vida independiente. La práctica de AF regular y la discapacidad se correlacionan de forma inversa. De manera que las personas que realizaban más actividad estaban menos discapacitadas varios años después. El paseo, la jardinería y el ejercicio vigoroso producen los mismos beneficios sobre la vida independiente. Al contrario, los bajos niveles de AF se relacionan intensamente con la discapacidad física. La AF parece proteger contra las alteraciones de la movilidad consecutiva a la discapacidad. Incluso las personas mayores afectadas por enfermedades crónicas que gastan mayores cantidades de energía en la realización de la AF, son las que tienen mayor probabilidad de poseer una función física óptima¹⁰⁷.

Constituye un hecho interesante conocer que la calidad y la cantidad de ejercicio necesarias para producir beneficios importantes en la salud de los mayores, difieren de los que se realizan para mejorar la forma física¹¹⁰.

Dedicar 30 minutos, la mayor parte de los días de la semana, a la realización de actividades de moderada intensidad, tales como: pasear, subir escaleras, montar en bicicleta o cuidar el jardín, pueden ser adecuados para aumentar el gasto de energía y mantener la fuerza muscular, pero insuficientes para mejorar la forma física. A pesar de ello, son las actividades recomendadas para las personas mayores¹¹¹.

Un programa de entrenamiento de intervalo realizado a la intensidad del umbral ventilatorio en este grupo de personas suele ser bien tolerado, a la vez que mejora de forma significativa la potencia aerobia máxima y aumenta la tolerancia al ejercicio submáximo¹¹².

En las últimas etapas de la vida laboral, la capacidad física para realizar las actividades inherentes al trabajo disminuye después de los 50 años, por lo que no es infrecuente observar en ellos la sobrecarga crónica de músculos y tendones. Los programas de actividad física poseen gran utilidad para prevenir este tipo de alteraciones¹¹³.

Las mujeres mayores disfrutan de los mismos beneficios que los hombres con la práctica del ejercicio¹¹⁴, pero las sedentarias de edad avanzada son más susceptibles a sufrir las alteraciones musculares producidas por el ejercicio excéntrico. Sin embargo, el entrenamiento de fuerza disminuye dicha susceptibilidad (Ploutz. 2001).

Las lesiones musculares son los problemas más importantes que acaecen en las personas envejecidas, lo que les aboca a abandonar la práctica de la actividad física, por lo que su prevención y tratamiento adecuados son indispensables para su continuidad en los programas¹¹⁵.

PROPUESTAS PARA ESTIMULAR LA REALIZACIÓN DEL EJERCICIO EN LOS MAYORES

Con el objeto de que las personas mayores realicen el ejercicio físico a diario, es necesario encontrar el tipo de actividad que mejor se adapte a las características del individuo y que al mismo tiempo le hagan disfrutar con su práctica. Para ello, lo primero que se debe hacer es mostrarles a través de charlas y conferencias los tipos de ejercicios a realizar, la forma de hacerlos, los beneficios que se consiguen y los posibles problemas, que en algún caso, puedan aparecer.

En muchas ocasiones, el convencimiento para involucrarse en algún tipo de actividad llega a través de las personas que ya la están haciendo y se hallan satisfechas con ella. A esto se conoce como “comunicación boca a boca”.

Otras veces, los consejos provienen de los médicos o de otros profesionales de la salud, que recomiendan el ejercicio para prevenir o rehabilitar algún tipo de afección patológica posible de sufrir por el individuo.

No es infrecuente que la información provenga de la publicidad contenida en los periódicos, la radio o la televisión.

Una vez convencida la persona, el siguiente paso a seguir es conocer su capacidad física

para llevar a cabo la actividad elegida, y si existe algún problema que lo impida. En este caso, los profesionales de la medicina son los encargados de realizar la función.

Si no existen contraindicaciones para realizar la clase de actividad aceptada, la siguiente etapa consiste en fijar los objetivos a conseguir. El primero de ellos es iniciar la actividad a bajos niveles de intensidad, e irlos aumentando de manera progresiva a medida que la capacidad del individuo vaya mejorando. Una vez adquirida la forma física que le permita realizar con facilidad la actividad elegida, el objetivo más importante es la persistencia.

Con gran frecuencia, transcurrido un periodo más o menos largo de tiempo, la persona abandona la actividad, con lo que los buenos efectos conseguidos con su práctica desaparecen en el transcurso de unas pocas semanas.

Para evitar este desgraciado acontecimiento es muy importante que el individuo realice la actividad acompañado por amigos o familiares, que además de hacerle el trabajo más entretenido, le presten su ayuda cuando la necesite.

Los mejores resultados se consiguen cuando el programa de ejercicios se hace de forma conjunta con otras personas y se encuentra tutelado por alguna dotada de experiencia y capacidad de convicción. Por ello, los voluntarios, ejercen una gran función para la persistencia de los iniciados en el nuevo programa.

Los voluntarios son personas entrenadas que disfrutan, no solo con la realización del ejercicio, sino con la compañía de los principiantes, a los que suelen estimular, con el ejemplo, para no abandonar el programa.

En la consecución del objetivo fundamental de conservar una buena salud física y mental de los participantes, las comunidades tienen que aportar su grano de arena. El mismo consiste en realizar campañas que estimulen a la práctica de la actividad física, establecer programas que faciliten a las personas su participación y aportar los lugares donde puedan realizarlos.

PROPUESTAS

- *Entidades comprometidas.* Hasta el momento existen 4: El Instituto de Longevidad y Salud. El Colegio Oficial de Médicos de Madrid. La Subdirección General de la Salud del Consejo Superior de Deportes y CEOMA.
- *Personas a las que va dirigido.* Mayores de 65 años de ambos géneros con capacidad para realizar la actividad elegida.
- *Tipo de actividad.* El paseo.
- *Objetivos.* Estimular a las personas mayores a que hagan ejercicio a diario de intensidad moderada durante todos los días de la semana, con el objeto de mejorar su salud y mantener sus capacidades física y psíquica en las mejores condiciones el mayor tiempo posible.
- *Manera de realizar el programa.*

A. Dar a conocer el programa a las personas mayores. En ello participarán las entidades con capacidad para hacerlo de forma general (periódicos, radios y televisiones) o limitada, CEOMA, el Colegio de Médicos, el Consejo Superior de Deportes y el Instituto de Longevidad y Salud.

B. Realizar conferencias o charlas en las que se muestren los efectos que el ejercicio origina sobre la salud y la longevidad, con el objeto de convencer a los asistentes para que lo practiquen, y al mismo tiempo hallar los voluntarios que quieran acompañar a los participantes. Estos últimos suelen desarrollar una función primordial en la persistencia, cuando son personas que realizan la actividad y poseen la capacidad de convencer. Los amigos y familiares pueden formar un grupo que durante el paseo mantengan una conversación interesante para todos, y a la vez, elijan el momento más adecuado del día para hacer la actividad. Las conferencias y charlas deberán darlas expertos en la salud y el ejercicio, para los que están capacitados muchos miembros de las entidades iniciadoras de este programa.

El lugar para hacerlo debe contar con los medio adecuados para que la conferencia sea asimilada con facilidad: espacios cómodos, pantallas de fácil visualización y estar dotado de un proyector moderno de diapositivas.

C. Como quiera que antes de realizar el paseo, es conveniente hacer los ejercicios de calentamiento y una vez terminado el mismo, los de enfriamiento, estas técnicas deberán enseñarse en los lugares apropiados como los gimnasios.

– *Realización de la actividad.*

En las personas sedentarias la intensidad inicial de la actividad debe ser baja, la duración de 30 minutos y la frecuencia de cinco o seis días a la semana. Como ya se ha señalado, antes y después de efectuado el paseo es conveniente realizar los ejercicios de calentamiento y enfriamiento. Los ejercicios de flexibilidad son los más adecuados. Una vez que mejore la forma física, y si sus posibilidades se lo permiten, se podrán aumentar los parámetros citados.

Hacer el paseo en un lugar cercano al domicilio, además de facilitar su realización, puede ser un acicate para que sus vecinos y amigos se sientan impelidos a realizarlo. Cuando se hace en grupo, la persistencia aumenta y resulta muy satisfactorio para los participantes, ya que además de pasear, les permite comentar los sucesos ocurridos. Por otra parte, cuando alguien del grupo no asiste al programa, el resto de los compañeros se interesa por los motivos de su abandono, lo que el ausente interpreta como un signo de amistad, y le obliga a dar explicaciones. Todo ello hace más ameno el paseo.

– *Otros objetivos a conseguir.* Una vez obtenidas las metas deseadas, el siguiente objetivo es implicar a los regidores de las comunidades y los ayuntamientos para que lleven a cabo programas más ambiciosos, cuya publicidad sea más favorable para estimular a la población a adquirir los hábitos de vida saludables, que tan buenos efectos producen sobre la salud de las personas, a la

vez que ahorran al tesoro público ingentes cantidades de dinero.

– *El último objetivo a conseguir.* Es que un día determinado del año, en toda España se establezca “El día del paseo” y que al mismo asistan todas las personas mayores.

RESUMEN

En esta parte del trabajo se exponen los efectos que el ejercicio ejerce sobre los factores causantes del envejecimiento, y sobre la prevención y la rehabilitación de algunas enfermedades como las cardiovasculares, y las que influyen sobre el proceso arteriosclerótico entre las que se incluyen: la hiperlipidemia, la diabetes, la obesidad y la hipertensión. También engloban afecciones tan importantes como el cáncer, la osteoporosis y la litiasis biliar. El declive funcional de los ancianos es un hecho de gran trascendencia, debido a las dificultades que origina para realizar las actividades involucradas en la vida corriente. El ejercicio es un buen colaborador para atenuar estos problemas. Otros hechos incluidos en este trabajo son: los mecanismos por los que el ejercicio mejora la salud, las recomendaciones que la OMS aporta para su utilización por los mayores y los efectos que produce sobre la calidad de vida. Por último, se exponen una serie de propuestas para estimular la práctica del ejercicio en este grupo de personas.

Palabras clave: Ejercicio. Salud. Envejecimiento.

SUMMARY

In this part of the work the effects are exposed that the exercise exerts about the causing factors of the aging, and on the prevention and the rehabilitation of some illnesses like the cardiovascular ones, and those that influence on the atherosclerotic process among those that are included: the hyperlipidemia, the diabetes, the obesity and the hypertension. Affections so important are also included as the cancer, the osteoporosis and the gallstone. The functional decline of the

old men is a fact of great transcendency, due to the difficulties that he/she originates to carry out the activities involved in the average life. The exercise is a good collaborator to attenuate these problems. Other facts included in this work are: the mechanisms for those that the exercise improves the health, the recommendations that

the OMS contributes for its use for the adults and the effects that he/she takes place about the quality of the life. Lastly are exposed a series of proposals to stimulate the practice of the exercise in this group of people.

Key words: Exercise. Health. Aging.

B I B L I O G R A F Í A

- Pilegaard H, Ordway GA, Saltin B, Neufer PD.** Transcriptional regulation of gene expression in human skeletal muscle during recovery from exercise. *Am. J. Physiol.* 2000;279:E806-E814.
- Cherkas LF, Aviv A, Valdes AM, Hunkin JL, Gardner JP, Surdulescu GL, et al.** The effects of social status on biological aging as measured by white-blood-cell telomere length. *Aging Cell.* 2006(5):361-5.
- Werner C, Hanhoun M, Widmann T, Kazakov A, Semenov A, Pöss et al.** Effects of physical exercise on myocardial telomere-regulating proteins, survival pathways, and apoptosis. *J Am Coll Cardiol.* 2008;52(6):470-82.
- HatfLudlow AT, Zimmerman JB, Witkowski S, Hearn JW, Ield BD, Roth SM.** Relationship between physical activity level, telomere length, and telomerase activity. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40(10):1764-71.
- Kadi F, Ponsot E, Piehl-Aulin K, Mackey A, Kjaer M, Oskarsson E, et al.** The effects of regular strength training on telomere length in human skeletal muscle. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40(1):82-7.
- CherkasLF, Hunkin JL, Kato BS, Richards JB, Gardner JP, Surdulescu GL, et al.** The Association Between Physical Activity in Leisure Time and Leukocyte Telomere Length. *Arch Intern Med* 2008;168(2):154-8.
- Marcos Becerro JF.** Hechos científicos que demuestran la acción favorable del ejercicio sobre el envejecimiento y las enfermedades que le acompañan. 1er Congreso Internacional de Actividad Física y Deportiva para las Personas Mayores. Torremolinos. Málaga.2002
- Fatouros IG, Jamurtas AZ, Villiotou V, Poulipoulou S, Fotinakis P, Taxildaris ET AL.** Oxidative stress responses in older men during endurance training and detraining. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36:2065-72.
- Parise G, Brose AN, Tarnopolsky MA.** Resistance exercise training decreases oxidative damage to DNA and increases cytochrome oxidase activity in older adults. *Exp Gerontol* 2005;40:173-80.
- Parise G, Phillips SM, Kaczor JJ, Tarnopolsky MA.** Antioxidant enzyme activity is up-regulated after unilateral resistance exercise training in older adults. *Free Radic Biol Med.* 2005;39:289-95.
- Fehrenbach E, Niess AM, Veith R, et al.** Changes of HSP72-expression in leukocytes are associated with adaptation to exercise under conditions of high environmental temperature. *J Leukoc Biol.* 2001;69:747-54.
- Reid MB.** Response of the ubiquitin-proteasome pathway to changes in muscle activity. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2005;288:R1423-R1431.
- Raue U, Slivka D, Jemiolo B, Hollon C, Trappe S.** Proteolytic gene expression differs at rest and after resistance exercise between young and old women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2007;62(12):1407-1412.

14. Nedergaard A, Vissing K, Overgaard K, Kjaer M, Schjerling P. Expression patterns of atrogenic and ubiquitin proteasome component genes with exercise: effect of different loading patterns and repeated exercise bouts. *J Appl Physiol* 2007;103(5):1513-22.
15. Ogasawara J, Sanpei M, Rahman N, Sakurai T, Kizaki T, Hitomi Y, et al. Beta-adrenergic receptor trafficking by exercise in rat adipocytes: roles of G-protein-coupled receptor kinase-2, beta-arrestin-2, and the ubiquitin-proteasome pathway. *FASEB J*. 2006;20(2):350-2.
16. Al-Qaisi M, Kharbanda R.K, Mittal T.K and A. E Donald. Measurement of endothelial function and its clinical utility for cardiovascular risk. *Vasc Health Risk Manag*; 2008;4(3):647-52.
17. (AHA). American Heart Association. Heart Disease and Stroke Statistics - 2007 Update. Dallas, Texas: American Heart Association; 2007.
18. Mosca L, Banka CL, Benjamin EJ, et al. Evidence-Based Guidelines for Cardiovascular Disease Prevention in Women: 2007 Update. *Circulation*. 2007; Published online before print February 19, 2007.
19. Wallen NH, Goodall AH, Hjemdahl P. Activation of haemostasis by exercise, mental stress and adrenaline: effects on platelet sensitivity to thrombin and thrombin generation. *Clin.Sci*. 1999;97-27-35.
20. Khella S, Bleicher MB. Special Feature: Primary Care Issues for the Nephrologist. Stroke and Its Prevention in Chronic Kidney Disease. *Clin J Am Soc Nephrol* 2007;2:1343-51.
21. Instituto Nacional de Estadística [Internet]. Encuesta Nacional de Morbilidad Hospitalaria. 2006.A. [acceso el 4 de Abril de 2008] Disponible en :<http://www.ine.es>
22. Instituto Nacional de Estadística [Internet]. Defunciones según la causa de muerte. 2006.B. [acceso el 4 de Abril de 2008]. Disponible en: www.ine.es
23. Shammass NW, Dippel EJ. Evidence-based management of peripheral vascular disease. *Curr Atheroscler Rep* 2005;7:358-63.
24. Ibrahim S, Djimet-Baboun A, Pruneta-Deloche V, Calzada C, Lagarde M, Ponsin G. Transfer of very low density lipoprotein-associated phospholipids to activated human platelets. *J Lipid Res*. 2005 Nov 17; [Epub ahead of print].
25. High Blood Cholesterol. Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) Final Report National Institutes of Health. September 2002.
26. Yokoyama S. Assembly of High-Density Lipoprotein. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2005 Nov 10; [Epub ahead of print].
27. Packard CJ, Ford I, Robertson M, Shepherd J, Blauw GJ, Murphy MB, et al. PROSPER Study Group. Plasma lipoproteins and apolipoproteins as predictors of cardiovascular risk and treatment benefit in the PROspective Study of Pravastatin in the Elderly at Risk (PROSPER). *Circulation*. 2005;112:3058-3065.
28. Nofer JR, Walter M, Assmann G. Current understanding of the role of high-density lipoproteins in atherosclerosis and senescence. *Expert Rev Cardiovasc Ther* 2005;3:1071-86.
29. Walker KZ, O'Dea K, Gomez M, Girgis S, Colagiuri R. Diet and exercise in the prevention of diabetes. *J Hum Nutr Diet*. 2010 Mar 23. [Epub ahead of print]
30. Kucukarslan Aylin, Daskapan Arzu, Sayinalp Sabri, Tuzun Emine Handan, Alaca Ridvan. The effect of combined resistance and home-based walking exercise in type 2 diabetes patients. *Int J Diabetes Dev Ctries*. 2009;29(4):Oct-Des.
31. Després JP. Physical activity and adipose tissue. In: Physical Activity, Fitness and Health. Bouchard D, Shephard RJ and T. Stephens.. Champaign, IL. Human Kinetics Publishers. 1994; 358-68.
32. Lee IM, Djoussé L, Sesso HD, Wang L, Buring JE. Physical activity and weight gain prevention. *JAMA*. 2010;303(12):1173-9.
33. Jabekk PT, Moe IA, Helge D Meen, Sissel E Tomten, Arne T Høstmark. Resistance training in overweight women on a ketogenic diet conserved lean body mass while reducing body fat. *Nutr Metab (Lond)*. 2010; 7: 17. Published online 2010 March 2. doi: 10.1186/1743-7075-7-17.
34. ESH/ESC Hypertension Practice Guidelines Committee. 2007 Guidelines for the Management of Arterial Hypertension. *J Hypertens* 2007;25:1105-87.
35. Summary of the 2007 European Society of Hypertension (ESH) and European Society of Cardiology

- (ESC) Guidelines for the Management of Arterial Hypertension. *Vasc Health Risk Manag* 2007;3(6): 783-95.
36. Westhoff TH, Franke N, Schmidt S, Vallbracht-Israng K, Meissner R, Yildirim H, *et al.* Too old to benefit from sports? The cardiovascular effects of exercise training in elderly subjects treated for isolated systolic hypertension. *Kidney Blood Press Res* 2007;30(4):240-7.
37. Westhoff TH, Schmidt S, Gross V, Joppke M, Zidek W, van der Giet M, Dimeo F. The cardiovascular effects of upper-limb aerobic exercise in hypertensive patients. *J Hypertens* 2008;26(7):1336-42.
38. Shim CY, Ha JW, Park S, Choi EY, Choi D, Rim SJ, *et al.* Exaggerated blood pressure response to exercise is associated with augmented rise of angiotensin II during exercise. *J Am Coll Cardiol* 2008;52(4):287-92.
39. Collier SR. Sex differences in the effects of aerobic and anaerobic exercise on blood pressure and arterial stiffness. *Gen Med* 2008;5(2):115-23.
40. Colditz GA, Cannuscio CC, Frazier AL. Physical activity and reduced risk of colon cancer: implication for prevention. *Cancer Causes Control* 1997;8:649-67.
41. Slattery ML, Edwards SL, Ma. KN. *et al.* Physical activity and colon cancer: a public health perspective. *Ann. Epidemiol* 1997;7:137-45.
42. Tavani A, Braga C, La Vecchia C, *et al.* Physical activity and risk of cancer of the colon and rectum: an Italian case-control study. *Brit. J. Cancer* 1999;79:1912-6.
43. Hirose K, Hamajima N, Takezaki T, *et al.* Physical exercise reduces risk of breast cancer in Japanese women. *Cancer Sci* 2003;94:193-99.
44. McTiernan A, Kooperberg C, White E, *et al.* A prospective study of recreational physical activity and the risk of breast cancer in women aged 50-79 years: the Women's Health Initiative cohort study. *JAMA*. 2003;290:1331-6.
45. Rintala P, Pukkala E, Laara E, Vihko V. Physical activity and breast cancer risk among female physical education and language teachers: a 34-year follow-up. *Int J Cancer* 2003;107:268-70.
46. Maryam A, Fazlollah A, Eesa M, Ebrahim H, Abbas VF. The effect of designed exercise programme on quality of life in women with breast cancer receiving chemotherapy. *Scand J Caring Sci*. 2010 Mar 8. [Epub ahead of print].
47. Clarkson PM, Kaufman SA. Should resistance exercise be recommended during breast cancer treatment? *Med Hypotheses*. 2010 Mar 8. [Epub ahead of print].
48. Vondracek SF, Linnebur SA. Diagnosis and management of osteoporosis in the older senior. *Clin Interv Aging*. 2009;4: 121-136. Published online 2009 May 14.
49. Bonaiuti DSB, Iovine R, Negrini S, Robinson V, Kemper HC, Wells G, *et al.* Exercise for preventing and treating osteoporosis in postmenopausal women. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2002;(2).
50. Rideout CA, McKay HA, Barr SI. Self-reported lifetime physical activity and areal bone mineral density in healthy postmenopausal women: the importance of teenage activity. *Calcif Tissue Int*. 2006;79:214-222. doi: 10.1007/s00223-006-0058-7.
51. Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, *et al.* Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(8):1435-45.
52. Davee AM, Rose CJ, Adler RA. Exercise patterns and trabecular bone density in college women. *J Bone Mineral Res* 1990;5:245-50.
53. Pocok N, Eisman J, Gwiin T. *et al.* Muscle strength, physical fitness and weight but no age predict femoral neck bone mass. *J Bone Mineral Res* 1989;4:441-7.
54. Leitzmann MF, Giovannucci EL, Rimm EB, *et al.* The relation of physical activity to risk of symptomatic gallstone disease in men. *Ann Intern Med* 1998;128:417-25.
55. Leitzmann MF, Rimm EB, Walter SD, *et al.* Recreational physical activity and the risk of cholecystectomy in women. *N Engl J Med* 1999;341:777-84.
56. Stuck AE, Walther JM, Nikolaus T, *et al.* Risks factor for functional status decline in community living elderly people: a systematic review of the literature. *Soc Sci Med* 1999;48:445-9.
57. Weiss CO, Hoenig HH, Varadhan R, Simonsick EM, Fried LP. Relationships of cardiac, pulmonary, and muscle reserves and frailty to exercise

- capacity in older women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2010; 65(3):287-94. Epub 2009 Oct 12.
58. **Ogoh S, Ainslie PN.** Cerebral blood flow during exercise: mechanisms of regulation. *J Appl Physiol*. 2009;107(5):1370-80. Epub 2009 Sep 3.
59. **Godsland IE, Leyva F, Walton C, et al.** Associations of smoking, alcohol and physical activity with risk factors for coronary heart disease and diabetes in the first follow-up cohort study. (HDDRISC-1). *J Intern Med* 1998;244:33-41.
60. **Mensink GBM, Ziese T, Kok FJ.** Benefits of leisure-time physical activity on the cardiovascular risk profile at older age. *Int J Epidemiol* 1999;28:659-66.
61. **Moreira WD, Fusch FD, Ribeiro JP, Appel LJ.** The Effects of Two Aerobic Training Intensities on Ambulatory Blood Pressure in Hypertensive Patients: Results of a Randomized Trial. *J Clin Epidemiol* 1999;52:637-42.
62. **Braith RW, Pollock ML, Lowenthal DT, et al.** Moderate- and high- intensity exercise lowers blood pressure in normotensive subjects 60-79 year of age. *Am J Cardiol* 1994;73:1124-8.
63. **Hayashi T, Tsumura K, Suetmatsu Ch, et al.** Walking to Work and the Risk of Hypertension in Men. The Osaka Health Survey. *Ann Intern Med* 1999;130:21-6.
64. **Evans WJ.** Skeletal muscle loss: cachexia, sarcopenia, and inactivity. *Am J Clin Nutr*. 2010 Feb 17. [Epub ahead of print].
65. **Raj IS, Bird SR, Shield AJ.** Aging and the force-velocity relationship of muscles. *Exp Gerontol*. 2010;45(2):81-90.
66. **Clark BC, Manini TM.** Functional consequences of sarcopenia and dynapenia in the elderly. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2010 Feb 11. [Epub ahead of print].
67. **Karavirta L, Häkkinen A, Sillanpää E, García-López D, Kauhanen A, Haapasaari A, et al.** Effects of combined endurance and strength training on muscle strength, power and hypertrophy in 40-67-year-old men. *Scand J Med Sci Sports*. 2009 Dec 18. [Epub ahead of print].
68. **Bautmans I, Van Puyvelde K, Mets T.** Sarcopenia and functional decline: pathophysiology, prevention and therapy. *Acta Clin Belg* 2009;64(4): 303-16.
69. **Little JP, Phillips SM.** Resistance exercise and nutrition to counteract muscle wasting. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2009;34(5):817-28.
70. **Kadi F, Ponsot E.** The biology of satellite cells and telomeres in human skeletal muscle: effects of aging and physical activity. *Scand J Med Sci Sports*. 2009 Sep 17. [Epub ahead of print].
71. **Warburton DE, Gledhill N, Quinney A.** Musculoskeletal fitness and health. *Can J Appl Physiol*; 2001;26:217-37.
72. **Maiorana A, O'Driscoll G, Taylor R, et al.** Exercise and the nitric oxide vasodilator system. *Sports Med* 2003;33:1013-35.
73. **Kelley DE, Goodpaster BH.** Effects of physical activity on insulin action and glucose tolerance in obesity. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:S619-S623.
74. **Blair SN, Goodyear NN, Gibbons LW, et al.** Physical fitness and incidence of hypertension in healthy normotensive men and women. *JAMA* 1984;252:487-4-90.
75. **Tiukinhoy S, Beohar N, Hsie M.** Improvement in heart rate recovery after cardiac rehabilitation. *J Cardiopulm Rehabil* 2003;23:84-7.
76. **Adamopoulos S, Parissis J, Kroupis C, et al.** Physical training reduces peripheral markers of inflammation in patients with chronic heart failure. *Eur Heart J* 2001;22:791-7.
77. **(NIH) Physical activity and cardiovascular health.** NIH Consensus Development Panel on Physical Activity and Cardiovascular Health. *JAMA* 1996;276:241-6.
78. **Hambrecht R, Wolf A, Gielen S, et al.** Effect of exercise on coronary endothelial function in patients with coronary artery disease. *N Engl J Med* 2000;342:454-60.
79. **Warburton DE, Haykowsky MJ, Quinney HA, et al.** Blood volume expansion and cardiorespiratory function: effects of training modality. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36:991-1000.
80. **McGavock J, Mandic S, Lewanczuk R, et al.** Cardiovascular adaptations to exercise training in postmenopausal women with type 2 diabetes mellitus. *Cardiovasc Diabetol* 2004;3:3.]
81. **Gomez-Pinilla F, Vaynman S, Zhe Ying.** Brain-derived neurotrophic factor functions as a metabotrophin to mediate the effects of exercise on cognition. *Eur J Neurosci*. 2008;28(11):2278-87.

82. **Warburton D, et al.** Evidence-informed physical activity guidelines for Canadian adults. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*, 2007. 32:S16-S68.
83. **Warburton D, et al.** A systematic review of the evidence for Canada's Physical Activity Guidelines for Adults. *International Journal of Behavioural Nutrition and Physical Activity*, 2009 [en preparación].
84. **(PAGAC).** Physical Activity Guidelines Advisory Committee Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report, 2008. Washington, DC, US Department of Health and Human Services, 2008.
85. **(PAGAC).** Physical Activity Guidelines Advisory Committee Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report, 2008. Washington, DC, US Department of Health and Human Services, 2008.
86. **Paterson DH, Jones GR, Rice CL.** Ageing and physical activity: evidence to develop exercise recommendations for older adults. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 2007.32:S69-S108.
87. **Paterson D, Warburton D.** Physical activity and functional limitations in older adults: a systematic review related to Canada's Physical Activity Guidelines. *International Journal of Behavioural Nutrition and Physical Activity*, 2009 [en preparación].
88. **Yamada K, Mizuno M, Nabeshima T.** Role for brain-derived neurotrophic factor in learning and memory. *Life. Sci.* 2002;70:735-44.
89. **Resolución WHA57.17.** Estrategia Mundial sobre Régimen Alimentario, Actividad Física y Salud. En: 57ª Asamblea Mundial de la Salud, Ginebra, 17 a 22 de mayo de 2004. Resoluciones y decisiones, anexos. Ginebra, OMS, 2004.
90. **Action Plan 2008-2013 for the Global Strategy for the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases.** Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 2008.
91. **Stewart AL, King AC.** Evaluating the efficacy of physical activity for influencing quality of life outcomes in older adults. *Ann Behav* 1991;Med.13.108-116.
92. **Daley MJ, Spinks WL.** Exercise, mobility and aging. *Sports Med* 2000;29:1-12.
93. **Yasunaga A, Tokunaga M.** The relationships among exercise behavior, functional ADL, and psychological health in the elderly. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci* 2001;20:339-43.
94. **Kell RT, Bell G, Quinney A.** Musculoskeletal fitness, health outcomes and quality of life. *Sports Med* 2001;31:863-73.
95. **Westerterp KR, Meijer EP.** Physical activity and parameters of aging: a physiological perspective. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2001;56 Spec No 2:7-12.
96. **Lexell J.** Effekter av styrke- och uthallighetstraning på skelettmuskulaturen hos äldre. Gamla muskler blir som nya! [Effects of strength and endurance training on skeletal muscles in the elderly. New muscles for old!] *Lakartidningen*. 1999;96:207-9.
97. **Christmas C, Andersen RA.** Exercise and older patients: guidelines for the clinician. *J Am Geriatr Soc* 2000;48:318-24.
98. **Seeman T, and X.Chen.** Risk and protective factors for physical functioning in older adults with and without chronic conditions: MacArthur Studies of Successful Aging. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci* 2002;57:S135-S144.
99. **Schooler C, MS.Mulatu.** The reciprocal effects of leisure time activities and intellectual functioning in older people: a longitudinal analysis. *Psychol Aging* 2001;16:466-82.
100. **Westerterp KR.** Daily physical activity and ageing. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2000;3:485-8.
101. **Karani R, McLaughlin MA, Cassel CK.** Exercise in the healthy older adult. *Am J Geriatr Cardiol* 2002;10:269-73.
102. **Rejeski WJ, Mihalko SL.** Physical activity and quality of life in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2001;56 Spec No 2:23-35.
103. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** ACM position stand on exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30:992-1008.
104. **Spiriduso WW, Cronin DL.** Exercise dose-response effects on quality of life and independent living in older adults. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33. Suppl.S598-S608.
105. **Ruuskanen JM, Ruoppila I.** Physical activity and psychological well-being among people aged 65 to 84 years. *Age.Ageing*.1995;24.292-6.
106. **Frandin K, Mellstrom D, Sundh V, et al.** A life span perspective on patter of physical and

- functional performance at the age of 76. *Gerontology*.1995;41.109-120.
- 107. Young DR, Masaki KH, Curb JD.** Associations of physical activity with performance-based and self-reported physical functioning in older men: the Honolulu Heart Program. *J Am Geriatr Soc* 1995;43.845-54.
- 108. Mor V, Murphy J, Masterson-Allen S, et al.** Risk of functional decline among well elders. *J Clin Epidemiol* 1989;42.895-904.
- 109. Chandler JM, Duncan PW, Kochersberger G. et al.** Is lower extremity strength gain associated with improvement in physical performance and disability in frail, community – dwelling elders?. *Arch PhysMed Rehabil* 1998;79.24-30.
- 110. Mazzeo RS, Tanaka H.** Exercise prescription for the elderly: current recommendations. *Sports Med* 2001;31:809-18.
- 111. DiPietro L.** Physical activity in aging: changes in patterns and their relationship to health and function. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 56 Spec No;2001;2:13-22.
- 112. Ahmaidi S, Masse-Biron J, Adam B, et al.** Effects of interval training at the ventilatory threshold on clinical and cardiorespiratory responses in elderly humans. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1998;78:170-6.
- 113. Capodaglio P.** L'esercizio fisico nella prevenzione delle patologie muscolo-scheletriche nel lavoratore anziano. *Med Lav* 2000;91:379-386.
- 114. Curl WW.** Aging and exercise: are they compatible in women? *Clin Orthop* 2000;(372):151-8.
- 115. Galloway MT, Jokl P.** Aging successfully: the importance of physical activity in maintaining health and function. *J Am Acad Orthop Surg* 2000;8:37-44.