

Mejora de la forma física como terapia anti-envejecimiento

Manuel J. Castillo Garzón, Francisco B. Ortega Porcel y Jonatan Ruiz Ruiz

Grupo de Investigación en Evaluación Funcional y Fisiología del Ejercicio. y Laboratorio de Fisiología del Ejercicio. Facultad de Medicina. Universidad de Granada. Granada. España.

Importantes estudios han demostrado recientemente que un bajo nivel de forma física o condición física constituye un potente factor de riesgo y predictor de morbilidad y mortalidad tanto general (todas las causas) como cardiovascular. En consecuencia, la evaluación de la forma física debería ocupar un lugar privilegiado dentro del ámbito clínico ya que, realizada correctamente, constituye un valioso indicador de salud y expectativa de vida. Partiendo de la evaluación de la forma física, y conociendo el estilo de vida y nivel de actividad física que posee una persona, se puede prescribir un programa adecuado de ejercicio físico que permita al sujeto desarrollar su máximo potencial físico, atenuar las consecuencias del envejecimiento y mejorar el estado de salud físico-mental. De hecho, el ejercicio físico se propone hoy día como un medio altamente eficaz para tratar o prevenir las principales causas de morbimortalidad en los países occidentales, la mayor parte de las cuales se asocian al propio envejecimiento. Este tipo de intervención, para ser efectivo, debe tener como objetivo la mejora de la capacidad aeróbica y el aumento de la fuerza, siendo complementado con trabajo enfocado a mejorar la coordinación general y la movilidad articular. Por último, la optimización de la dieta y el uso de suplementos nutricionales y ayudas ergogénicas legales serán elementos clave para aumentar el rendimiento funcional y la salud, todo lo cual es sinónimo de anti-envejecimiento.

Palabras clave: Envejecimiento. Forma física. Actividad física. Salud.

Improvement of physical fitness as anti-aging intervention

Several recent important studies have clearly shown that a low physical fitness represents a potent risk factor and even a predictor of both cardiovascular and all-causes morbidity and mortality. As a consequence, physical fitness assessment should be performed at the clinical level since, when properly assessed, it is a highly valuable health and life expectancy indicator. Based on the results of fitness assessment in a particular person and knowing his/her life style and daily physical activity, an individually adapted training program can be prescribed. This training program will allow that person to develop his/her maximal physical potential while improving his/her physical and mental health and attenuating the deleterious consequences of aging. In fact, physical exercise is today proposed as a highly effective means to treat and prevent major morbidity and mortality causes in industrialized countries. Most of these causes are associated with the aging process. In order to be effective, this type of intervention should be directed to improve the aerobic capacity and strength. In addition, it should be complemented with work directed to improve the general coordination and flexibility. Finally, diet optimization and use of nutritional supplements and legal ergogenic aids are key elements to improve the functional capacity and health, all of which is synonymous of anti-aging interventions.

Key words: Aging. Physical fitness. Physical activity. Health.

Correspondencia: Prof. M.J. Castillo Garzón.
Departamento de Fisiología Médica. Facultad de Medicina.
Universidad de Granada.
18071 Granada. España.
Correo electrónico: mcgarzon@ugr.es

Recibido el 18-5-2004; aceptado para su publicación el 3-9-2004.

El aumento de la expectativa de vida y el descenso de la tasa de natalidad constituye uno de los principales problemas que tienen actualmente las sociedades industrializadas. Bajo el punto de vista social y sanitario, resulta de vital importancia focalizar la investigación en promover un envejecimiento saludable más que limitarse a tratar las diversas enfermedades que se asocian a la vejez¹. En consecuencia, tanto el incentivo sociosanitario como el económico deben motivar y guiar la acción e investigación en esta línea. Los beneficios del ejercicio físico sobre la salud y los perjuicios que conlleva el sedentarismo han sido recientemente revisados de manera acertada². En dicho trabajo se pone claramente de manifiesto la relación inversa que existe entre el nivel de actividad física y el riesgo de enfermedad cardiovascular, obesidad, diabetes/intolerancia hidrocarbonada, osteoporosis, enfermedades mentales (ansiedad, depresión) y determinados tipos de cáncer (colon, mama y pulmón). La forma física constituye un concepto diferente del de actividad física y recientes estudios señalan a la primera como un importante predictor de expectativa y calidad de vida así como un factor independiente de riesgo para mortalidad general (todas las causas) y mortalidad cardiovascular. En consecuencia, resulta pertinente clarificar e incidir sobre la influencia del estado de forma física en el proceso de envejecimiento y la salud, concebida como «el estado completo de bienestar físico, psicológico y social, no la simple ausencia de enfermedad» (OMS, 1946). La importancia de la forma física como índice de salud, su relación con el proceso de envejecimiento, cómo se puede evaluar de una forma sencilla y cómo prescribir ejercicio para mejorarla constituyen el objeto del presente trabajo.

El envejecimiento como proceso fisiológico influenciado

El envejecimiento es un complejo proceso natural que afecta a todas las estructuras y funciones del organismo humano. Con el paso de los años, se produce un progresivo deterioro estructural así como un lento e inexorable declinar en la capacidad funcional. Esta disminución progresiva de funcionalidad constituye la principal característica del proceso de envejecimiento. El nivel de funcionalidad de un tejido o un órgano es función directa del número y actividad de sus unidades funcionales, es decir sus células. En un momento determinado (generalmente período embrionario o fetal), empiezan a aparecer células diferenciadas de cuya actividad se deriva una función. A partir de ese momento, la capacidad funcional progresa de manera proporcional al incremento en el número de células funcionalmente activas. Para gran parte de las funciones orgánicas, la máxima capacidad funcional se alcanza, precisamente, al final del período de maduración sexual o inicio de la vida adulta. Es preciso indicar que esta evolución (maduración) varía enormemente de unas funciones a otras y de unos individuos a

otros. Puede ocurrir incluso que ese proceso de evolución/maduración funcional no se produzca normalmente o se vea (más o menos bruscamente) truncado en cualquier momento de su desarrollo. Esto determina que la capacidad funcional no alcance el máximo esperable. Las circunstancias determinantes de esa anomalía pueden ser muy diversas y van desde trastornos genéticos a enfermedades o lesiones que puedan surgir en la infancia o adolescencia, pasando por problemas intrauterinos u obstétricos. En consecuencia, el máximo de capacidad funcional que se alcanza es también muy variable tanto de unas funciones a otras como de unos individuos a otros.

Una vez alcanzado el máximo de capacidad funcional (bien sea éste de una función específica o del conjunto de funciones orgánicas), comienza el lento e inexorable declive de capacidad funcional que caracteriza el proceso de envejecimiento (fig. 1). En sus inicios, esta pérdida de capacidad funcional resulta imperceptible y pasa fácilmente inadvertida. La tasa de pérdida funcional varía de unos individuos a otros y de unas funciones a otras en un mismo individuo. Es más, para una misma función, la tasa de pérdida funcional cambia a lo largo del tiempo, existiendo períodos de pérdida funcional acelerada y períodos en que esa pérdida se produce más lentamente. Tres son los mecanismos que explican esa pérdida funcional y los tres son mutuamente influenciados. El primer mecanismo es la pérdida de actividad celular, la cual puede ser consecuencia tanto de la falta de estímulos como de su exceso (con la consiguiente alteración de estructuras celulares). Esta disminución de actividad celular es, por lo general, reversible. El segundo mecanismo es la pérdida de elementos funcionales (células) por apoptosis. Como es sabido, el proceso de apoptosis puede acelerarse ante la falta de estímulos tróficos (esto es lo que explica la atrofia por falta de uso que se produce en la mayoría, si no en todos, los tejidos orgánicos). La apoptosis también puede inducirse por la presencia de lesiones genéticas o ultraestructurales que puedan producirse en la célula, así como por la acumulación de sustancias o elementos que, en exceso, pueden resultar nocivos (radicales libres, calcio) y de los cuales la célula no puede desembarazarse adecuadamente. Esto puede suceder por distintas circunstancias constitutivas y ambientales, destacando entre ellas la exposición a una sobrestimulación funcional. En consecuencia, tanto la falta de uso como el abuso pueden determinar apoptosis y, con ello, la pérdida de capacidad funcional. El tercer mecanismo determinante de pérdida de capacidad funcional es la pérdida (muerte) de elementos funcionales por necrosis. La destrucción celular por necrosis se produce en respuesta a agentes químicos (falta de oxígeno, exposición a tóxicos), físicos (traumatismo, radiaciones) o biológicos (infección, inflamación, reacción autoinmune). La necrosis puede afectar a un número variable de células y, con ello, se afectará de manera variable la capacidad funcional. La confluencia de dos o tres mecanismos acelera el deterioro funcional y, con ello, el envejecimiento.

Con el paso del tiempo, todos los órganos y tejidos se ven afectados, aunque el grado de afectación varía de unos tejidos a otros y de unas funciones a otras. En unos casos la caída es muy acusada, en otros momentos es más lenta. La importancia que tiene esa afectación también es variable. En unos casos las consecuencias son sólo estéticas (canicie, debilidad, arrugas), en otros comportan minusvalías o enfermedades (sordera, Alzheimer) y en otros son incluso mortales (insuficiencia renal, insuficiencia cardíaca). Cuando, para una función orgánica, la pérdida funcional supera aproximadamente el 80% de la función máxima esperable, aparecen manifestaciones clínicas (enfermedad) y si esa

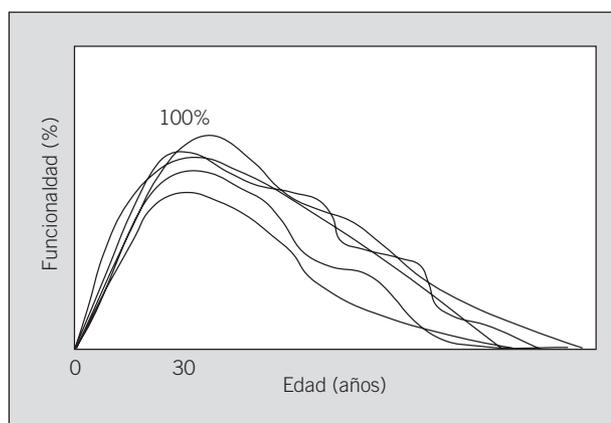


Figura 1. Deterioro funcional con el paso de los años.

función es vital, conforme la pérdida vaya progresando acabará con la vida del sujeto. Ese 80% de exceso funcional es lo que se conoce como reserva funcional y es lo que permite hacer frente tanto al previsible deterioro funcional como a las diversas sobrecargas funcionales que se puedan presentar. Para gran parte de los tejidos y funciones orgánicas, la pérdida de funcionalidad (la pérdida de elementos celulares) es irreversible. Tan sólo un trasplante o la infiltración de células madre, que puedan diferenciarse en elementos funcionales, pueden revertir el proceso. En el resto de los casos, el tratamiento se centra en disminuir la velocidad del deterioro funcional protegiendo a las células restantes de nuevos daños o aumentando el nivel de actividad de dichas células. En cualquier circunstancia, mantener un adecuado grado de actividad funcional, sin excederse, es de capital importancia para proteger la actividad de la mayoría de las funciones orgánicas.

¿Se puede tratar o prevenir el envejecimiento?

La inevitabilidad del envejecimiento y la muerte ha preocupado siempre a los seres humanos. El deseo de desafiar a uno y otra ha sido una constante a lo largo de la historia y no sólo desde la magia o el mito, sino también desde la ciencia y la medicina científica. Retrasar, prevenir o incluso revertir el declive funcional que conlleva el envejecimiento es una tarea compleja, tanto desde el punto de vista científico como ético. No obstante, es indudable que vivir una larga vida, en buena forma física y mental y libre de enfermedad tiene gran atractivo para la mayoría de la población. El crecimiento progresivo de la esperanza de vida alienta ese deseo. Este fenómeno puede ser aprovechado como una oportunidad de negocio con poco fundamento científico. En un reciente «Position Statement» publicado en *Scientific American* se analiza el estado actual de conocimiento sobre el envejecimiento humano y lo que representa hoy la llamada Medicina anti-envejecimiento³. En dicho artículo, que por otra parte, no está exento de contestación⁴, se afirma que pretender retrasar, detener o revertir el proceso de envejecimiento por medio de intervenciones médicas o científicas es hoy día tan falso como lo ha sido en el pasado³. No obstante, en las conclusiones de dicho artículo se afirma con rotundidad que «lo que la ciencia médica nos demuestra es que puesto que el envejecimiento y la muerte no están genéticamente programadas, resulta posible mejorar la salud y el buen estado físico, en primer lugar, evitando conductas de riesgo (tales como tabaco, consumo excesivo de alcohol,

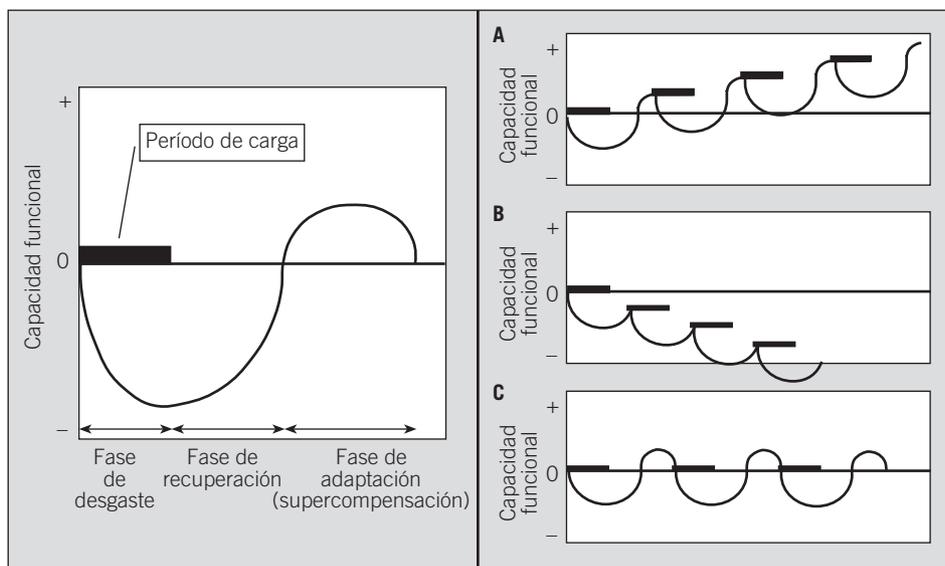


Figura 2. Parte izquierda. El ejercicio físico implica un desgaste orgánico que hace disminuir la capacidad funcional. Con el descanso y el aporte adecuado de nutrientes, se produce la recuperación de esa funcionalidad, a lo que sigue una fase de adaptación al esfuerzo o supercompensación. Esto constituye la base teórica del proceso de entrenamiento. Parte derecha. El momento de la aplicación de las sesiones de entrenamiento (A, B o C) influye en la capacidad funcional mejorándola (A), deteriorándola (B) o no afectándola (C) (modificado de Delgado et al²⁰).

exposición excesiva al sol y obesidad) que aceleran la expresión de enfermedades ligadas con la edad, y en segundo lugar, adoptando conductas que se benefician de una fisiología que es inherentemente modificable (tales como ejercicio y dieta saludable)»³.

El ejercicio como terapia antienviejecimiento

El ejercicio físico, practicado de manera apropiada, es la mejor herramienta hoy disponible para retrasar y prevenir las consecuencias del envejecimiento así como para fomentar la salud y el bienestar de la persona. De hecho, el ejercicio físico ayuda a mantener el adecuado grado de actividad funcional para la mayoría de las funciones orgánicas. De manera directa y específica, el ejercicio físico mantiene y mejora la función muscular esquelética, osteoarticular, cardiocirculatoria, respiratoria, endocrinometabólica, inmunológica y psiconeurológica. De manera indirecta, la práctica de ejercicio tiene efectos beneficiosos en la mayoría, si no en todas, las funciones orgánicas, contribuyendo a mantener su funcionalidad e incluso a mejorarla. Dado que la pérdida de funcionalidad que se produce con la edad es, precisamente, la principal consecuencia del envejecimiento, el efecto del ejercicio puede ser considerado como una verdadera terapia que lucha contra las inevitables consecuencias del proceso de envejecimiento. Por otra parte, realizar ejercicio físico de manera regular reduce el riesgo de desarrollar

o incluso morir de lo que hoy día son las principales y más graves causas de morbimortalidad en los países occidentales⁵. En la **tabla 1** se relacionan los beneficios del ejercicio mejor caracterizados. Éstos efectos han sido objeto de reciente revisión². El ejercicio practicado de manera regular y con la intensidad adecuada, en otras palabras, someter al organismo a un programa de entrenamiento, contribuye a mejorar la capacidad funcional de múltiples sistemas orgánicos, que es, precisamente, lo que persiguen los atletas cuando entrenan. No obstante, es preciso resaltar que el momento y la intensidad de las sesiones de entrenamiento tienen que estar perfectamente adaptadas a las características del sujeto, deben ir seguidas del adecuado período de regeneración y, para que se produzca esa mejora de la capacidad funcional, deben aplicarse en el momento adecuado del período de adaptación al esfuerzo o supercompensación. Si el estímulo que representan las sesiones de entrenamiento no se aplica adecuadamente, en el momento oportuno y respetando los períodos de descanso y adaptación, el efecto producido puede ser incluso el contrario al pretendido, esto es, una pérdida de capacidad funcional. Esto se representa gráficamente en la **figura 2**.

Cuando se realiza de manera adecuada, los beneficios del ejercicio se producen siempre, independientemente de la edad, estado de salud y condición física que la persona posea⁶⁻⁸. Incluso en pacientes enfermos de cáncer, el ejercicio puede resultar beneficioso⁹. Dada la multiplicidad de efectos beneficiosos que el ejercicio tiene para la salud y el bienestar de las personas, los principales organismos sanitarios de los países desarrollados han puesto en marcha campañas agresivas destinadas a fomentar la actividad física entre los ciudadanos¹⁰⁻¹⁴. El Departamento de Salud Norteamericano sitúa la actividad física como el primero de los 10 indicadores de salud en su agenda de trabajo para el año 2010, situándolo por delante del sobrepeso/obesidad, el tabaco, la inmunización o la asistencia sanitaria¹⁵. A pesar del indudable beneficio que representa la práctica de ejercicio, la mayoría de las personas, tanto jóvenes como adultos, llevan hoy una vida sedentaria¹⁶⁻¹⁸. Este problema se acentúa con el paso de los años y es particularmente llamativo en la mujer¹⁹. Esto tiene consecuencias negativas para el individuo, la familia y la sociedad, dada la sobrecarga y el coste económico y social que determinan las enfermedades ligadas con el sedentarismo y sus consecuencias²⁰⁻²².

TABLA 1

Efectos beneficiosos de la práctica habitual de ejercicio físico sobre la salud

- Reduce el riesgo de cardiopatía isquémica y otras enfermedades cardiovasculares
- Reduce el riesgo de desarrollar obesidad y diabetes
- Reduce el riesgo de desarrollar hipertensión o dislipidemia y ayuda a controlarlas
- Reduce el riesgo de desarrollar cáncer de colon y mama
- Ayuda a controlar el peso y mejora la imagen corporal
- Tonifica los músculos y preserva o incrementa la masa muscular
- Fortalece los huesos y las articulaciones haciéndolos más resistentes
- Aumenta la capacidad de coordinación y respuesta neuromotora, disminuyendo el riesgo y las consecuencias de las caídas
- Mejora la actividad del sistema inmunitario
- Reduce los sentimientos de depresión y ansiedad
- Promueve el sentimiento psicológico de bienestar y la integración social

Se puede decir que la falta de ejercicio acelera el envejecimiento y sus consecuencias, una de las cuales es el propio aspecto de la persona. Entre personas de la misma edad y mismo sustrato genético, aquellas que se mantienen física y sexualmente activas, se alimentan saludablemente y evitan la exposición a factores de riesgo presentan un aspecto más joven y saludable. De hecho, se puede afirmar que realmente lo están desde un punto de vista estrictamente fisiológico. En términos evolutivos se puede razonar que el efecto beneficioso del ejercicio es un exponente más de la evolución genética, dado que los más fuertes y resistentes, los que realizaban habitualmente más ejercicio, son los que han conseguido sobrevivir y transmitir sus genes. Basta pensar que en una sociedad de cazadores recolectores, donde la especie humana ha evolucionado durante centenas de miles de años, era preciso recorrer más de 50 km al día para encontrar alimento y/o cobijo, además del ingente trabajo de fuerza necesario para la supervivencia diaria. Por otro lado, el atractivo sexual de la fuerza, agilidad y juventud es evidente para todas las sociedades. En resumen, mantener un nivel elevado de actividad física y una buena forma física ha constituido una necesidad fisiológica, que hasta épocas recientes garantizaba la supervivencia del individuo y sus genes.

Por otra parte, mantener un buen nivel de forma física se ha revelado como un importante, quizá el mejor, predictor de longevidad. Así, varios estudios recientes^{23,24} muestran de forma clara y directa cómo las personas sedentarias pueden incrementar su esperanza de vida simplemente aumentando su nivel de forma física^{25,26}. Llegados este punto, es preciso diferenciar 2 conceptos que, aunque interrelacionados y mutuamente influibles, son claramente diferentes. Son los conceptos de actividad física y forma física (o condición física).

Actividad física frente a forma física

En un intento de clarificación conceptual, podemos decir que actividad física es cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos y que requiere un cierto gasto energético²⁷. Se refiere por tanto al tipo de esfuerzo físico que se practica asiduamente, tomando también en consideración durante cuánto tiempo se realiza y con qué frecuencia. El ejercicio físico estaría incluido dentro del concepto de actividad física, diferenciándose de ésta principalmente por la sistematización con que se practica²⁸. El ejercicio invisible sería a su vez parte integrante del ejercicio físico, nuevo concepto que incluye todas las tareas que, con mayor o menor grado de intencionalidad, realiza el adulto diariamente (limpiar, cocinar, subir las escaleras, ir a los sitios andando y otros) y de forma más o menos sistemática. Este tipo de ejercicio físico supone un esfuerzo físico acumulado capaz de influir positivamente sobre la salud. Por ello, mantener una vida físicamente activa, realizar sistemáticamente ejercicio y evitar el sedentarismo constituyen hoy día una prioridad médica y social.

La forma física o condición física es un concepto que engloba todas las cualidades físicas que una persona requiere para la práctica de ejercicio. Se puede decir que el estado de forma física constituye una medida integrada de todas las funciones y estructuras que intervienen en la realización de ejercicio. Estas funciones son la locomotriz, cardiorrespiratoria, hematocirculatoria, psiconeurológica y endocrinometabólica. Un alto nivel de forma física implica una buena respuesta fisiológica de todas ellas. Por el contrario, tener una mala condición física indica un mal funcionamiento de una o varias de esas funciones. Como quiera que todas

esas funciones actúan de manera concatenada, cualquiera de ellas puede actuar como factor limitante. En otras palabras, la forma física de una persona nunca será mejor que la peor de esas funciones, por muy bien que esté el resto. En términos gráficos se puede decir que la condición física, la capacidad de hacer ejercicio, es el resultado de una respuesta encadenada de funciones y, por tanto, nunca podrá ser mejor que la más débil de ellas, de la misma forma que una cadena de montaje nunca podrá ser más rápida que el elemento que trabaje más lento, por muy rápido que lo haga el resto.

Importancia de la forma física

Investigaciones recientes han puesto de manifiesto el interés que tiene conocer el estado de forma física que posee una persona, ya que constituye un excelente predictor, quizá el mejor, de la expectativa de vida y, lo que es más importante, de la calidad de vida^{25,26}. Mantener un buen estado de forma física es, pues, una necesidad fisiológica y evaluar la condición física, una necesidad médica. Así, durante los últimos 15 años, numerosos estudios epidemiológicos y prospectivos han mostrado una clara asociación entre el nivel de condición física y el índice de morbimortalidad de la población^{29,30}, incluso en poblaciones de riesgo como lo son las personas con sobrepeso u obesidad³¹. Promover una buena forma física reduce drásticamente el índice de mortalidad por todas las causas^{32,33}. De hecho, la (baja) forma física se presenta no ya como un factor de riesgo, sino como un potente predictor de mortalidad y morbilidad por todas las causas^{25,26,34}. Esta asociación es mucho más robusta cuando se relaciona el nivel de condición física con el riesgo potencial de padecer enfermedades cardiovasculares, tanto en personas sanas³⁵ como en enfermos con enfermedad cardiovascular subyacente³⁶.

La mejora de la forma física a partir del ejercicio físico no sólo afecta positivamente a la salud física, sino también a la salud mental. Diferentes estudios han demostrado que el ejercicio físico influye favorablemente la autoimagen, autoestima, depresión, ansiedad y trastornos de pánico³⁷⁻⁴⁰. Incluso se ha constatado que aunque el tratamiento farmacológico antidepresivo puede ocasionar una respuesta inicial más rápida que el ejercicio, tras 16 semanas de tratamiento la eficacia de ambas terapias se iguala⁴¹; sin embargo, los *efectos secundarios* que el ejercicio físico posee (descritos en este trabajo) difieren sustancialmente de los que presenta el tratamiento farmacológico. Uno de estos *efectos secundarios* del ejercicio sería, por ejemplo, la reducción drástica del número de caídas y fracturas óseas que se producen en personas mayores⁴² o el ahorro sanitario en el consumo de fármacos.

La capacidad aeróbica como índice de salud

La capacidad aeróbica constituye el principal exponente de la forma física del sujeto y el consumo máximo de oxígeno ($VO_{2máx}$), la variable fisiológica que mejor la define en términos de capacidad cardiovascular^{43,44}. El $VO_{2máx}$ puede estimarse de manera directa o indirecta (a partir de la frecuencia cardíaca) y, en ambos casos, puede hacerse realizando pruebas de esfuerzo máximo o submáximo. Las primeras proporcionan directamente el $VO_{2máx}$ o la frecuencia cardíaca máxima a partir de la cual se puede estimar el $VO_{2máx}$. Las pruebas submáximas implican la necesidad de hacer interpolaciones para estimarlo. Estas pruebas suelen realizarse en bicicleta ergométrica y cinta sin fin o mediante tests de campo.

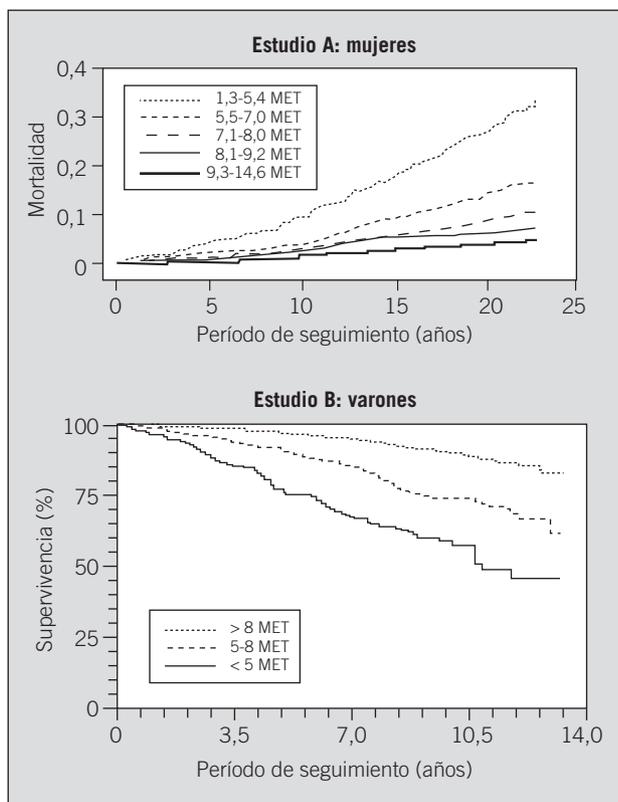


Figura 3. Capacidad aeróbica máxima, potente predictor de mortalidad por todas las causas en mujeres y varones. En el estudio A²⁴, realizado en mujeres, se representa la evolución de la mortalidad por todas las causas en función de la capacidad aeróbica máxima (VO_{2máx} expresado en MET). La mortalidad es mayor en las mujeres que presentan menor capacidad aeróbica máxima. En el estudio B²⁶, realizado en varones, se representa el porcentaje de supervivencia en función de la capacidad aeróbica máxima (VO_{2máx} expresado en MET). La tasa de supervivencia es menor en los sujetos con peor capacidad aeróbica.

Importantes estudios prospectivos han demostrado recientemente y de manera inequívoca que el VO_{2máx} es el predictor más potente de riesgo de muerte por todas las causas y especialmente por enfermedad cardiovascular, tanto en personas con historial cardiopatológico como en personas sanas²⁹, y ello tanto en varones^{30,35,45} como en mujeres^{25,34} de diferentes edades²⁶. De hecho, se demuestra que un bajo nivel de condición física constituye el factor de riesgo cardiovascular más importante, por encima de factores de riesgo clásicos (hipertensión, hipercolesterolemia, tabaco, sobrepeso u obesidad) y comparable a la edad. Existe una reducción casi lineal de la mortalidad conforme se incrementa el nivel de forma física (fig. 3). Así, por cada aumento de 1 MET (consumo metabólico basal, que equivale aproximadamente a 3,5 ml/kg/min de oxígeno) se produce un incremento del 12% en la expectativa de vida en el caso de los varones²⁶ y del 17% en el caso de las mujeres²⁵. Este efecto es todavía más evidente si se considera específicamente la mortalidad por enfermedad cardiovascular, y ello de nuevo tanto en varones^{29,35} como en mujeres^{25,34}. Se ha visto también que existe una relación inversa entre capacidad cardiovascular (VO_{2máx}) y mortalidad por cáncer, independientemente de la edad, hábito alcohólico, padecimiento de diabetes mellitus e incluso consumo de tabaco⁴⁶⁻⁴⁸. Del mismo modo, se ha constatado que el VO_{2máx} es un determinante importante de la sensibilidad a la insulina^{49,50}, y sus bajos niveles se asocian con el padecimiento del deno-

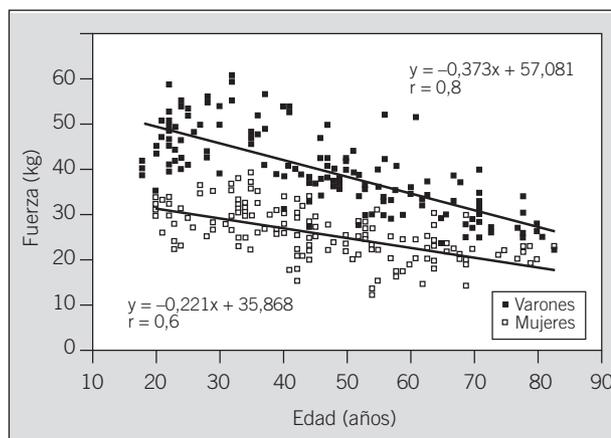


Figura 4. Deterioro funcional de la fuerza a medida que aumenta la edad. Estudio transversal realizado sobre personas sanas de nuestro medio (n = 328).

minado «síndrome metabólico» (obesidad abdominal, intolerancia a la glucosa, diabetes tipo II, hipertensión, hiperlipidemia y resistencia a la insulina)^{51,52}. Un buen estado de forma física aeróbica reduce la pérdida neuronal que se produce con la edad⁵³ y protege frente a la disfunción cognitiva del envejecimiento⁵⁴. Por último, mantenerse físicamente activo y mantener una buena forma física permite disminuir a la mitad el gasto sanitario⁵⁵, previene las jubilaciones anticipadas por todas las causas y, en especial, por enfermedad cardiovascular, con el ahorro económico en pensiones que ello conlleva⁵⁶, e incluso mejora el rendimiento laboral⁵⁷.

La fuerza como índice de forma física y salud

Otro índice definitorio de la condición física es la fuerza muscular. La dinamometría manual se ha revelado como otro potente predictor de mortalidad y esperanza de vida⁵⁸, si bien los mecanismos que determinan esta relación no están del todo claros. La buena forma física, y particularmente la fuerza muscular, es un predictor de calidad de vida y de expectativa de vida independiente (sin necesidad de ayuda externa)⁵⁹. Dada la importancia de este parámetro, se están realizando esfuerzos para minimizar el error en su medida⁶⁰. La evaluación de la fuerza del tren inferior es también un marcador fiable del estado de salud y bienestar de la persona. Un estudio reciente, realizado con pacientes que presentaban afección cardíaca, ha demostrado que la fuerza isocinética de los músculos extensores (cuádriceps) y especialmente flexores de rodilla (isquiotibiales) está fuertemente asociada con la mortalidad, superando incluso el valor predictivo de otras variables más estudiadas, como es el caso del VO_{2máx}⁶¹. El mantenimiento de un buen tono muscular en las piernas está también directamente relacionado con una reducción drástica en el número de caídas y de fracturas óseas⁶²⁻⁶⁴.

Otros factores determinantes de la forma física

En la condición física del sujeto influyen también otros factores tales como coordinación oculomanual y oculopédica, equilibrio estático y dinámico, flexibilidad y tiempo de reacción simple y discriminativo. En estudios previos realizados por nuestro grupo hemos comprobado el deterioro funcional que se produce en estas capacidades (envejecimiento biológico) entre los 30 y 80 años de edad, tratándose en todos

los casos de personas sanas que acudían a las escuelas deportivas municipales (fig. 4). Esto ayuda a comprender mejor el comportamiento y estado concreto de cada una de ellas por década y sexo, aportando las bases necesarias para la correcta planificación del ejercicio en adultos. Déficit significativos de forma física en personas sanas aparecen ya desde la adolescencia⁶⁵⁻⁶⁹, lo cual se ha visto que tiene terribles consecuencias a largo plazo²⁹.

Evaluar el nivel de forma física es, pues, importante, pero para que esa evaluación sea realmente de utilidad en el ámbito sanitario ha de realizarse de forma aceptablemente sencilla y fiable. Por otra parte, para poder comparar los resultados que se obtengan, es preciso disponer de valores de referencia para cada edad y sexo. Son escasos los datos disponibles sobre el nivel de condición física de la población adulta española. Son también escasos los datos disponibles procedentes de otros países.

Evaluación de la forma física

Evaluar el estado de forma física es una tarea compleja, dado que son múltiples los elementos a considerar y esa complejidad puede aumentarse tanto como se desee. De manera práctica, la evaluación de la forma física se realiza mediante una batería de pruebas adecuadamente validadas que permitan obtener una valoración completa de las principales cualidades físicas y capacidades fisiológicas que posee el individuo y que le permiten realizar ejercicio⁷⁰⁻⁷³. Conocer el estado de forma física que posee la persona es fundamental para iniciar y mantener un programa de ejercicio físico que sea efectivo como terapia frente a las consecuencias del envejecimiento. La batería de tests utilizada por nosotros para valorar de manera integral la condición física del sujeto incluye pruebas para valorar las capacidades psicocinéticas, como son los tiempos de reacción-percepción, la capacidad para mantener el equilibrio tanto estático como dinámico, la capacidad coordinativa, la agilidad, la fuerza tanto de tren superior como inferior, la movilidad-elasticidad, la resistencia y, por supuesto, la capacidad aeróbica. En estudios previos (resultados inéditos), hemos caracterizado el deterioro funcional que se produce en la capacidad de fuerza con el paso de los años, resultando de gran utilidad para la correcta interpretación del estado de forma física en una persona (fig. 4).

Prescripción de ejercicio como terapia antienviejecimiento

La prescripción de ejercicio con la finalidad de atenuar las consecuencias fisiológicas del envejecimiento tiene como objetivo aumentar el nivel de actividad física y mejorar el grado de forma física. Con ello se persigue mejorar la capacidad funcional o, cuando menos, retardar su declive. El nivel de forma física y las distintas cualidades que la componen son en parte constitucionales, pero también son influenciados mediante un programa de entrenamiento adecuado dirigido a la mejora de la condición física general y de la cualidad más deficiente en particular. Importantes mejoras en la condición física pueden obtenerse a cualquier edad aplicando protocolos de actividad adecuados, pero es preciso conocer el nivel del que parte el sujeto y en qué aspecto se necesita más atención. Para ello, realizar una evaluación inicial y cuantificar los cambios que se van produciendo resulta de importancia capital.

De hecho, la prescripción de ejercicio como tratamiento antienviejecimiento constituye una tarea compleja cuyas palabras clave son individualización y retro-control (*feed-back*).

La individualización de la prescripción es importante, ya que nos movemos dentro de un difícil paradigma fisiológico: estimular cuanto se pueda pero sin sobrestimular. En términos de fisiología del ejercicio, hablaríamos de entrenar al máximo sin caer en sobentrenamiento⁷⁴. Así, el tipo de ejercicio que se prescribe busca por un lado la promoción de la salud del paciente (con todas las ventajas fisiológicas que determina mantener un estilo de vida físicamente activo) y, por otro, aprovechar los conocimientos científicos que aporta la fisiología del ejercicio y del entrenamiento deportivo para maximizar los efectos beneficiosos de los distintos tipos de ejercicio sobre las distintas funcionalidades orgánicas y, en particular, sus efectos adaptativos endocrinometabólicos, todo ello basado en la evidencia científica disponible. Simultáneamente con ello, es necesario minimizar las consecuencias negativas que el ejercicio y el entrenamiento pueden tener cuando se sobrepasan, generalmente por desconocimiento, las capacidades fisiológicas de la persona⁷⁵. Dado que a estos niveles de actividad el margen que separa los efectos beneficiosos de posibles efectos perjudiciales o lesiones es estrecho⁷⁴, es preciso que esa prescripción individualizada esté científicamente contrastada, avalada por una dilatada experiencia y seguida de un adecuado proceso de control y seguimiento por parte de profesionales expertos que, conforme se vaya necesitando, realicen las adaptaciones pertinentes dentro de la situación médico-fisiológica en que se encuentre el sujeto.

La prescripción de ejercicio físico bajo el punto de vista de la salud y antienviejecimiento se compone de dos elementos fundamentales: ejercicio aeróbico y entrenamiento de fuerza⁷⁶. Además, los ejercicios destinados a la mejora de la amplitud del movimiento (movilidad articular), del equilibrio y de la coordinación también deben ocupar un papel fundamental dentro de una prescripción de ejercicio físico con finalidad antienviejecimiento basada en la evidencia científica. Por último, es posible aprovechar el arsenal de ayudas ergogénicas legales que pueden ser prescritas para mejorar la forma física.

Entrenamiento basado en ejercicio aeróbico

Los efectos que produce el ejercicio aeróbico, por ejemplo caminar, resultan muy positivos sobre la salud cardiovascular, con independencia de raza, sexo, edad e índice de masa corporal⁷⁷. Los Centers for Disease Control and Prevention de EE.UU.¹⁰, la American Heart Association^{11,78} y el American College of Sports Medicine^{12,13} coinciden en afirmar que todas las personas que adopten un estilo de vida físicamente activo y especialmente todos los adultos que realicen actividad física de intensidad moderada (equivalente a andar a un ritmo de 5-6 km/h, durante al menos 30 min/día) disminuyen de manera sustancial el riesgo de sufrir algún tipo de enfermedad cardiovascular⁷⁹. El US Department of Health and Human Services⁵ y diversos investigadores^{80,81} afirman que «la práctica de actividad física regular reduce la morbilidad y mortalidad por todas las causas». En este sentido, un programa de ejercicio regular de 3 a 6 meses de duración puede mejorar de un 15 a un 30% la forma física¹². Realizar ejercicio aeróbico entre una 1 h y 1 h 30 min, produce descensos significativos de la presión arterial sistólica y diastólica en mujeres y varones hipertensos, no observándose mejora alguna al incrementar este volumen de trabajo semanal⁸². También se produce una mejora considerable con las actividades diarias (laborales o recreativas) y ha sido demostrado que sesiones intermitentes de actividad (p. ej. de 10 min) que acumulen durante el día un total de 30 min o más producen importantes mejoras cardiovasculares y otros beneficios para la salud³³. Del mis-

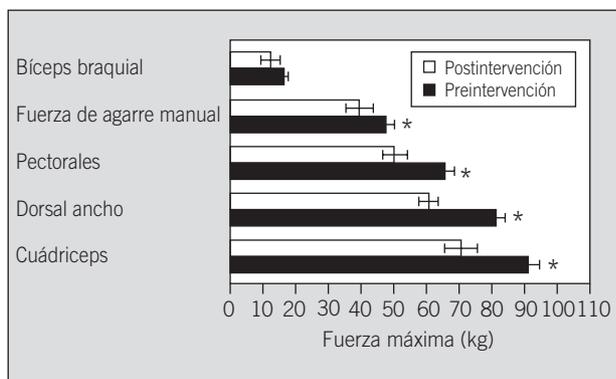


Figura 5. Efecto del entrenamiento de fuerza (trabajo en circuito, 3 h/semana durante 3 meses) sobre la fuerza máxima en adultos medida a nivel de distintos grupos musculares. * $p \leq 0,05$. Las barras expresan la media \pm error estándar de la media ($n = 9$).

mo modo, la American Cancer Society indica la necesidad de adoptar un estilo de vida físicamente activo como tratamiento estrella de los diferentes tipos de cáncer y como potente reductor de la mortalidad⁸³. Por otro lado, en personas de mediana edad y especialmente en ancianos, la fractura de cadera por caídas representa uno de los principales problemas para los servicios sanitarios y un coste económico desorbitado para los gobiernos⁸⁴. El nivel de actividad física ha sido descrito como un factor de riesgo importante de fractura de cadera, ya que incrementa la densidad ósea y previene la osteoporosis⁶³, no siendo necesario para ello realizar un ejercicio extremadamente intenso, sino simplemente andar⁸⁵. Otro trabajo que refuerza esta conclusión es la mejora del perfil lipídico, que se ha demostrado proporcional no tanto a la intensidad del ejercicio como a su cantidad y su duración⁸⁶. Otro importante beneficio del ejercicio físico es la disminución de la resistencia a la insulina⁸⁷, resultando también de enorme utilidad para el tratamiento de síndrome metabólico y diabetes^{88,89}. Por último, el ejercicio aeróbico, realizado durante 30 min al menos 3 días por semana, ha demostrado tener un potente efecto terapéutico sobre algunas enfermedades mentales, como depresión, ansiedad y trastornos de pánico^{90,91}. Pequeñas modificaciones de los hábitos de vida (p. ej., evitar los ascensores, desplazamientos a pie o en bicicleta, tareas del hogar y otros) suponen en sí mismas actividad física, que acumulada a lo largo del día podría ser suficiente para mejorar la forma física, especialmente en las personas que parten de un nivel de forma física muy bajo.

Entrenamiento de fuerza

El entrenamiento de fuerza ha sido catalogado por la Sociedad Americana de Medicina del Deporte como un componente esencial de un programa de mejora de la forma física para adultos sanos de cualquier edad¹³. Un entrenamiento de fuerza correctamente aplicado produce un aumento significativo de la fuerza muscular en períodos relativamente cortos (3 meses); tal y como hemos comprobado en estudios previos (resultados sin publicar) (fig. 5). El entrenamiento de fuerza determina un aumento de la masa magra y del metabolismo basal, convirtiéndose en un elemento altamente recomendado para implementar programas de prevención de enfermedades cardiovasculares primarias y secundarias⁹². Se ha demostrado que el entrenamiento de fuerza no sólo afecta positivamente a la salud cardiovascular, sino que también resulta favorable para numerosas en-

fermedades crónicas como diabetes, osteoporosis, obesidad, sarcopenia, prevención y rehabilitación ortopédica, lumbalgias. Estudios recientes han demostrado el efecto positivo que ejerce el entrenamiento de fuerza sobre la resistencia a la insulina⁹³. Aunque el entrenamiento de fuerza ha recibido una menor atención científica, se ha demostrado que posee los mismos efectos terapéuticos sobre la salud mental que el ejercicio aeróbico, disminuyendo la sintomatología en cuadros de depresión y/o ansiedad, en ambos sexos y para todas las edades^{90,94}. Además, influye positiva y directamente en las tareas cotidianas, dotando a la persona de mayor autonomía, evitando caídas y mejorando la independencia personal y la posibilidad de vivir más tiempo sin ayuda externa⁹², aspectos de gran importancia socioeconómica, sobre todo a medida que la edad aumenta.

Entrenamiento del equilibrio y amplitud de movimiento

Los ejercicios de estiramientos no aumentan la fuerza ni la resistencia, pero la evidencia científica disponible demuestra que esos ejercicios aumentan el rendimiento muscular y la flexibilidad tendinosa, mejoran la amplitud de movimiento y la funcionalidad de las articulaciones¹². En consecuencia, es preciso incorporar estos ejercicios a cualquier programa dirigido a la mejora de la forma física⁹², utilizándose la técnica adecuada en función del objetivo (estiramientos estáticos, balísticos y facilitación neuromuscular propioceptiva).

Optimización de la dieta y ayudas ergogénicas: suplementación con creatina

Optimizar la dieta del sujeto que realiza ejercicio^{95,96} y la suplementación con sustancias ergogénicas legales procedentes del mundo del rendimiento deportivo pueden ser de gran utilidad como complemento de un programa de ejercicio físico enfocado a la población general y a la prevención del envejecimiento. Recientemente, se ha demostrado que la suplementación con monohidrato de creatina, además de efectos positivos en la ganancia de masa muscular⁹⁷, mejora el rendimiento mental, expresado en términos de capacidad de memoria e inteligencia⁹⁸, así como la sensibilidad a la insulina, pero esto último sólo cuando dicha suplementación se acompaña de ejercicio⁹⁹.

Interés social de disponer de una metodología para mejorar la condición física en adultos aplicable al medio sanitario

De lo que antecede se desprende que es necesario disponer de una metodología sencilla, fiable y científicamente comprobada que permita valorar la salud de las personas bajo la perspectiva de su condición física y, tras ello, ser capaz de incidir positivamente sobre su salud mediante una prescripción de ejercicio físico correcta e individualizada que aumente su actividad física¹⁰⁰ y mejore de manera efectiva su condición física. Todo ello con una orientación práctica que permita su inmediata aplicación a la población general a través de entidades sociales y/o del propio medio sanitario. Junto al ejercicio, una correcta nutrición es un elemento imprescindible que completa y potencia el programa de ejercicio físico^{95,96}. En esta línea, algunas administraciones han invertido mucho dinero en programas de educación nutricional, pero existen estudios que muestran su inutilidad si se aplican de forma aislada. Por el contrario, una combinación de actividad física y adecuada nutrición provoca efectos evidentes sobre la salud y sobre diversos factores de riesgo⁴⁴. Con ello el beneficio trasciende el aspecto sanitario para llegar a ser social, mejorando el bienes-

tar y la calidad de vida de la población a la vez que se producen importantes ahorros del gasto sanitario y social (pensiones), como ha sido demostrado⁵⁵.

Conclusiones

Es indudable que vivir una larga vida, en buena forma física y mental, y libre de enfermedad tiene gran atractivo para la mayoría de las personas. Por otra parte, el progresivo envejecimiento de la población obliga a dirigir el esfuerzo científico y sanitario no sólo a tratar las diversas enfermedades que se asocian a la vejez, sino también a promover un envejecimiento saludable. De hecho, el envejecimiento es un proceso fisiológico influenciado y esta influencia puede ser negativa (acelerándolo) o positiva (retardándolo). Dado que la principal característica del envejecimiento es la progresiva pérdida de funcionalidad y puesto que el envejecimiento y la muerte no están genéticamente programados, resulta posible retardar o atenuar ese declive funcional, mejorar la salud y el buen estado de forma física y mental. En primer lugar, evitando conductas de riesgo (tabaco, consumo excesivo de alcohol, exposición excesiva al sol y obesidad) que aceleran la expresión de enfermedades ligadas con la edad. En segundo lugar, adoptando conductas que se benefician de una fisiología que es inherentemente modificable, tales conductas son la práctica habitual de ejercicio (que nos mantenga en buena forma) y el seguimiento de una pauta de alimentación saludable.

Sobre la base de la evidencia científica más reciente, se puede afirmar que el ejercicio físico, practicado de manera regular y en la forma apropiada, es la mejor herramienta hoy disponible para retrasar y prevenir las consecuencias del envejecimiento, así como para fomentar la salud y el bienestar de la persona. Cuando se realiza de manera adecuada, los beneficios del ejercicio se producen siempre, independientemente de la edad, estado de salud y condición física de la persona. Por el contrario, la falta de ejercicio acelera el envejecimiento y sus consecuencias, una de las cuales es el propio aspecto de la persona. Entre personas de la misma edad y mismo sustrato genético, aquellas que se mantienen físicas y sexualmente activas, se alimentan saludablemente y evitan la exposición a factores de riesgo presentan un aspecto más joven y saludable, guardando también un carácter más jovial. Se puede afirmar que mantener una alta tasa de actividad física y una buena forma física han constituido una necesidad fisiológica que, hasta épocas recientes, garantizaba la supervivencia del individuo y sus genes.

Actividad física y forma física son conceptos diferentes aunque mutuamente influenciados. En relación con la forma física, recientes investigaciones han puesto de manifiesto que el estado de forma física que una persona posee constituye un excelente predictor, quizás el mejor, de la expectativa de vida y, lo que es más importante, de la calidad de vida. Mejorar el estado de forma física aumenta la expectativa de vida y el tiempo de vida libre de enfermedad. La prescripción de ejercicio como terapia anti-envejecimiento tiene como objetivo no sólo aumentar el nivel de actividad física, sino mejorar la forma física. Con ello se persigue mejorar la capacidad funcional o, cuando menos, retardar su declive. Esta prescripción es una tarea compleja y debe estar basada en la evidencia científica disponible y en una adecuada experiencia relativa al entrenamiento deportivo. Por otra parte, debe ser individualizada y sujeta a un estricto retrocontrol que permita ir adaptando la pauta de ejercicio a la respuesta del sujeto. Partiendo de una correcta evaluación de la forma física que tenga el sujeto, y conociendo el estilo de vida y nivel de actividad física que realiza, se puede

prescribir un programa correcto de ejercicio físico que permita al sujeto desarrollar su máximo potencial físico, atenuar las consecuencias del envejecimiento y mejorar el estado de salud físico-mental. Este tipo de intervención, para ser efectivo, debe incrementar la capacidad aeróbica, aumentar la fuerza y mejorar la coordinación general y la movilidad articular. A esto contribuye también la optimización de la dieta y el uso de suplementos nutricionales y ayudas ergogénicas legales. Todo ellos son elementos claves para aumentar el rendimiento funcional y la salud, lo cual es sinónimo de anti-envejecimiento.

En resumen, potenciar un buen estado de forma física, constituye, sin lugar a dudas, la mejor medicina hoy disponible para luchar contra el inexorable proceso de envejecimiento, posibilitando el tan ansiado objetivo de añadir tanto años a la vida como vida a los años.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbott A. Ageing: Growing old gracefully. *Nature*. 2004;428:116-8. Disponible en: www.nature.com/nature/
- Varo JJ, Martínez JA, Martínez-González MA. Beneficios de la actividad física y riesgos del sedentarismo. *Med Clin (Barc)*. 2003;121:665-72.
- Olshansky SJ, Hayflick L, Carnes B. Position statement on human aging: The truth about human aging. *Scientific American*, Junio 2002. Disponible en: <http://www.sciam.com/>
- American Academy of Anti-aging Medicine: A4M Official Position Statement. About: The truth about human aging intervention, Issued June 2002 and November 2002, with Excerpts from «Anti-Aging Medicine at Ten Years,» *Anti-Aging Medical News*, Summer 2003. Disponible en: <http://www.worldhealth.net/>
- U.S. Department of Health and Human Services. Physical activity fundamental to preventing disease. 2002. Disponible en: <http://www.hhs.gov/>
- Lee CD, Folsom AR, Blair SN. Physical activity and stroke risk. *Stroke*. 2003;34:2475-81.
- Cheng YJ, Macera CA, Addy CL, Sy FS. Effects of physical activity on exercise tests and respiratory function. *Br J Sports Med*. 2003;37: 521-8.
- Endres M, Gertz K, Lindauer U, Katchanov J, Schultze J, Schröck H, et al. Mechanisms of stroke protection by physical activity. *Ann Neurol*. 2003;54:582-90.
- Lucía A, Earnest C, Pérez M. Cancer-related fatigue: can exercise physiology assist oncologists? *Lancet Oncology*. 2003;4:616-25.
- Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CA, Bouchard C, et al. Physical activity and public health: a recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA*. 1995;273:402-7.
- Fletcher GF, Balady G, Blair SN, Blumenthal J, Caspersen C, Chaitman B, et al. Statement on exercise: benefits and recommendations for physical activity programs for all Americans: a statement for health professionals by the Committee on Exercise and Cardiac Rehabilitation of the Council on Clinical Cardiology, American Heart Association. *Circulation*. 1996;94:857-62.
- American College of Sports Medicine. Position Stand: the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 1998;30:975-91.
- American College of Sports Medicine. Guidelines for exercise testing and prescription. 6th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2000.
- Robert J, Barry PH D. Promoting and prescribing exercise for the elderly. *Am Fam Physician*. 2002;65:419-26.
- Healthy People 2010. Leading health indicators. 2000. Disponible en: <http://www.healthypeople.gov/>
- Mendoza R, Sagrera MR, Batista JM. Conductas de los escolares españoles relacionadas con la salud (1986-1990). Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas; 1994.
- García-Ferrando M. Los españoles y el deporte, 1980-1995 (un estudio sociológico sobre comportamientos, actitudes y valores). Consejo Superior de Deportes, Madrid; Valencia: Tirant lo blanch; 1997.
- Myers J, Atwood JE, Froelicher V. Active lifestyle and diabetes [editorial]. *Circulation*. 2003;107:2392-4.
- García Montes ME. Actitudes y comportamientos de la mujer granadina ante la práctica física de tiempo libre. Tesis Doctoral: Universidad de Granada; 1997.
- Colditz GA. Economic costs of obesity and inactivity. *Med Sci Sports Exerc*. 1999;31 11 Suppl:663S-7S.
- Katzmarzyk PT, Gledhill N, Shephard RJ. The economic burden of physical inactivity in Canada. *CMAJ*. 2000;163:1435-40.
- Perkins AJ, Clark DO. Assessing the association of walking with health services use and costs among socioeconomically disadvantaged older adults. *Prev Med*. 2001;32:492-501.

23. Dorn J, Naughton J, Imamura D, Trevisan M. Results of a multicenter randomized clinical trial of exercise and long-term survival in myocardial infarction patients: the National Exercise and Heart Disease Project (NEHDP). *Circulation*. 1999;100:1764-9.
24. Erikssen G. Physical fitness and changes in mortality: the survival of the fittest. *Sports Med*. 2001;31:571-6.
25. Gulati M, Pandey DK, Arnsdorf MF, Lauderdale DS, Thisted RA, Wicklund RH, et al. Exercise capacity and the risk of death in women: the St James Women Take Heart Project. *Circulation*. 2003;108:1554-9.
26. Myers J, Prakash M, Froelicher V, Do D, Partington S, Atwood JE. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med*. 2002;346:793-801.
27. Pérez Samaniego VM. El cambio de las actitudes hacia la actividad física relacionada con la salud: una investigación con estudiantes de magisterio especialistas en educación física [tesis doctoral]. Valencia: Universidad de Valencia; 1999.
28. Tercedor P. Estudio sobre la relación entre actividad física habitual y condición física-salud en una población escolar de 10 años de edad [tesis doctoral]. Granada: Universidad de Granada; 1998.
29. Carnethon MR, Gidding SS, Nehme R, Sidney S, Jacobs DR Jr, Liu K. Cardiorespiratory Fitness in Young Adulthood and the Development of Cardiovascular Disease Risk Factors. *JAMA*. 2003;290:3092-100.
30. Balady GJ. Survival of the fittest-more evidence [editorial]. *N Engl J Med*. 2002;346:852-4.
31. Blair SN, Brodney S. Effects of physical inactivity and obesity on morbidity and mortality: current evidence and research issues. *Med Sci Sports Exerc*. 1999;31 Suppl 11:646-62.
32. Byers T, Nestle M, McTiernan A, Doyle C, Currie-Williams A, Gansler T, et al. American Cancer Society guidelines on nutrition and physical activity for cancer prevention. *CA Cancer J Clin*. 2002;52:92-119.
33. Myers J. Exercise and cardiovascular health [editorial]. *Circulation*. 2003a;107:2-5.
34. Mora S, Redberg RF, Cui Y, Whiteman MK, Flaws JA, Sharrett AR, et al. Ability of exercise testing to predict cardiovascular and all-cause death in asymptomatic women: a 20-year follow-up of the lipid research clinics prevalence study. *JAMA*. 2003;290:1600-7.
35. Kurl S, Laukkanen JA, Rauramaa R, Lakka TA, Sivenius J, Salonen JT. Cardiorespiratory fitness and the risk for stroke in men. *Arch Intern Med*. 2003;163:1682-8.
36. Piepoli MF, Davos C, Francis DP, Coats AJ; ExTraMATCH Collaborative. Exercise training meta-analysis of trials in patients with chronic heart failure (ExTraMATCH). *BMJ*. 2004;328:189.
37. Mather AS, Rodriguez C, Guthrie MF, McHarg AM, Reid IC, McMurdo ME. Effects of exercise on depressive symptoms in older adults with poorly responsive depressive disorder: randomised controlled trial. *Br J Psychiatry*. 2002;180:411-5.
38. Goodwin RD. Association between physical activity and mental disorders among adults in the United States. *Prev Med*. 2003;36:698-703.
39. Kirkcaldy BD, Shephard RJ, Siefen RG. The relationship between physical activity and self-image and problem behaviour among adolescents. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol*. 2002;37:544-50.
40. Strawbridge WJ, Deleger S, Roberts RE, Kaplan GA. Physical activity reduces the risk of subsequent depression for older adults. *Am J Epidemiol*. 2002;156:328-34.
41. Blumenthal JA, Babyak MA, Moore KA, Craighead WE, Herman S, Khatri P, et al. Effects of exercise training on older patients with major depression. *Arch Intern Med*. 1999;159:2349-56.
42. Chang JT, Morton SC, Rubenstein LZ, Mojica WA, Maglione M, Suttorp MJ, et al. Interventions for the prevention of falls in older adults: systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials. *BMJ*. 2004;328:680.
43. Shephard RJ, Balady GJ. Exercise as cardiovascular therapy. *Circulation*. 1999;99:963-72.
44. Stefanick ML, Mackey S, Sheehan M, Ellsworth N, Haskell WL, Wood PD. Effects of diet and exercise in men and postmenopausal women with low levels of HDL cholesterol and high levels of LDL cholesterol. *N Engl J Med*. 1998;339:2-20.
45. Laukkanen JA, Lakka TA, Rauramaa R, Kuhanen R, Venalainen JM, Salonen R, et al. Cardiovascular fitness as a predictor of mortality in men. *Arch Intern Med*. 2001;161:825-31.
46. Lee CD, Blair SN. Cardiorespiratory fitness and smoking-related and total cancer mortality in men. *Med Sci Sports Exerc*. 2002;34:735-9.
47. Evenson KR, Stevens J, Cai J, Thomas R, Thomas O. The effect of cardiorespiratory fitness and obesity on cancer mortality in women and men. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35:270-7.
48. Sawada SS, Muto T, Tanaka H, Lee IM, Paffenbarger RS Jr, Shindo M, et al. Cardiorespiratory fitness and cancer mortality in Japanese men: a prospective study. *Med Sci Sports Exerc*. 2003a;35:1546-50.
49. Seibaek M, Vestergaard H, Burchardt H, Sloth C, Torp-Pedersen C, Nielsen SL, et al. Insulin resistance and maximal oxygen uptake. *Clin Cardiol*. 2003;26:515-20.
50. Sawada SS, Lee IM, Muto T, Matuszaki K, Blair SN. Cardiorespiratory fitness and the incidence of type 2 diabetes: prospective study of Japanese men. *Diabetes Care*. 2003b;26:2918-22.
51. Bertoli A, Di Daniele N, Ceccobelli M, Ficara A, Girasoli C, De Lorenzo A. Lipid profile, BMI, body fat distribution, and aerobic fitness in men with metabolic syndrome. *Acta Diabetol*. 2003;40 Suppl 1:130S-3S.
52. Lakka TA, Laaksonen DE, Lakka HM, Mannikko N, Niskanen LK, Rauramaa R, et al. Sedentary lifestyle, poor cardiorespiratory fitness, and the metabolic syndrome. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35:1279-86.
53. Colcombe SJ, Erickson KI, Raz N, Webb AG, Cohen NJ, McAuley E, et al. Aerobic fitness reduces brain tissue loss in aging humans. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2003; 58:176-80.
54. Barnes DE, Yaffe K, Satariano WA, Tager IB. A longitudinal study of cardiorespiratory fitness and cognitive function in healthy older adults. *J Am Geriatr Soc*. 2003;51:459-65.
55. Ackermann RT, Cheadle A, Sandhu N, Madsen L, Wagner EH, LoGerfo JP. Community exercise program use and changes in healthcare costs for older adults. *Am J Prev Med*. 2003;25:232-7.
56. Karpansalo M, Lakka TA, Manninen P, Kauhanen J, Rauramaa R, Salonen JT. Cardiorespiratory fitness and risk of disability pension: a prospective population based study in Finnish men. *Occup Environ Med*. 2003;60:765-9.
57. Pronk NP, Martinson B, Kessler RC, Beck AL, Simon GE, Wang P. The association between work performance and physical activity, cardiorespiratory fitness, and obesity. *J Occup Environ Med*. 2004;46:19-25.
58. Metter EJ, Talbot LA, Schrager M, Conwit R. Skeletal muscle strength as a predictor of all-cause mortality in healthy men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2002;57:B359-65.
59. Seguin R, Nelson ME. The benefits of strength training for older adults. *Am J Prev Med*. 2003;25:S141-9.
60. Ruiz JR, Mesa JL, Gutiérrez A, Castillo MJ. Hand size influences optimal grip span in women but not in men. *J Hand Surg*. 2002;27:897-901.
61. Hulsmann M, Quittan M, Berger R, Crevenna R, Springer C, Nuhr M, et al. Muscle strength as a predictor of long-term survival in severe congestive heart failure. *Eur J Heart Fail*. 2004;6:101-7.
62. Chang JT, Morton SC, Rubenstein LZ, Mojica WA, Maglione M, Suttorp MJ, et al. Interventions for the prevention of falls in older adults: systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials. *BMJ*. 2004;328:680.
63. Lord SR, Castell S, Corcoran J, Dayhew J, Matters B, Shan A, et al. The effect of group exercise on physical functioning and falls in frail older people living in retirement villages: a randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc*. 2003;51:1685-92.
64. Hoidrup S, Sorensen TI, Stroger U, Lauritzen JB, Schroll M, Gronbaek M. Leisure-time physical activity levels and changes in relation to risk of hip fracture in men and women. *Am J Epidemiol*. 2001;154:60-8.
65. González-Gross M, Ruiz JR, Moreno LA, de Rufino-Rivas P, Garaulet M, Mesana MI, et al. Body composition and physical performance of Spanish adolescents. The AVENA pilot study. *Acta Diabetol*. 2003;40(1 Suppl):299S-301S.
66. Mesa JL, Ruiz JR, Gutiérrez A, González-Gross M, Moreno LA, Perez-Prieto R, et al. Does the present aerobic fitness in adolescents guarantee cardiovascular health? *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35 Suppl 5: 179S.
67. Ruiz JR, Martín M, Medina S, Moreno LA, Perez-Prieto R, García-Prieto MD, et al. Physical activity and body composition of spanish adolescents. The AVENA study. *Ann Nut Metab*. 2003;47:498.
68. Ortega F, Ruiz JR, Gutiérrez A, Castillo MJ, Moreno LA. Anthropometric evaluation-interpretation software for children, adolescents and adults. *Ann Nut Metab*. 2003;47:508.
69. Tercedor P, Gonzalez-Gross M, Delgado M, Chillón P, Pérez I, Ruiz JR, et al. Motives and frequency of physical activity practice in spanish adolescents. The AVENA study. *Ann Nut Metab*. 2003;47:499.
70. Consejo de Europa e Instituto UKK. Eurofit para adultos: evaluación de la aptitud física en relación con la salud. Ed. Española. Madrid: Ministerio de Educación y Cultura; 1998.
71. Rodríguez FA, Gusi N, Valenzuela A, Nacer S, Nogués J, Marina M. Valoración de la condición física saludable en adultos (I): Antecedentes y protocolos de la batería AFISAL-INEFC. Apuntes. Educación Física y Deportes (Barc). 1998a;52:54-75.
72. Rodríguez FA, Valenzuela A, Gusi N, Nacher S, Gallardo I. Valoración de la condición física saludable en adultos (II): Fiabilidad, aplicabilidad y valores normativos de la batería AFISAL-INEFC. Apuntes. Educación Física y Deportes (Barc). 1998b;54:54-65.
73. Laukkanen R, Oja P, Pasanen M, Vuori I. Validity of a two kilometre walking test for estimating maximal aerobic power in overweight adults. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1992;16:263-8.
74. Castillo MJ, Gutiérrez A. Entrenamiento y sobre-entrenamiento. Entrenar para ganar o entrenar para perder. Técnicas de entrenamiento para deportes de equipo. Granada: Editorial Universitaria; 2001. p. 53-81.
75. Gutiérrez A, González-Gross M, Ruiz JR, Mesa JL, Castillo MJ. Exposure to hypoxia decreases growth hormone response to physical exercise in untrained subjects. *J Sports Med Phys Fitness*. 2003;43:554-8.
76. Hawkins SA, Wiswell RA. Rate and mechanism of maximal oxygen consumption decline with aging implications for exercise training. *Sports Med*. 2003;33:877-88.
77. Manson JE, Greenland P, LaCroix AZ, Stefanick ML, Mouton CP, Oberman A, et al. Walking compared with vigorous exercise for the prevention of cardiovascular events in women. *N Engl J Med*. 2002; 347:716-25.
78. Thompson PD, Buchner D, Piña IL, Balady GJ, Williams MA, Marcus BH, et al. Exercise and physical activity in the prevention and treatment of atherosclerotic cardiovascular disease. *Circulation*. 2003;107: 3109-16. Disponible en: <http://www.circulationaha.org>

79. Gregg EW, Cauley JA, Stone K, Thompson TJ, Bauer DC, Cummings SR, et al. Relationship of changes in physical activity and mortality among older women. *JAMA*. 2003;289:2379-86.
80. Panagiotakos DB, Chrysohoou C, Pitsavos C, Menotti A, Dontas A, Skoumas J, et al. Risk factors of stroke mortality: a 40-year follow-up of the Corfu cohort from the Seven-Countries Study. *Neuroepidemiology*. 2003;22:332-8.
81. Tanasescu M, Leitzmann MF, Rimm EB, Hu FB. Physical activity in relation to cardiovascular disease and total mortality among men with type 2 diabetes. *Circulation*. 2003;107:2435-9.
82. Ishikawa-Takata K, Ohta T, Tanaka H. How much exercise is required to reduce blood pressure in essential hypertensives: A dose-response study. *AJH*. 2003;16:629-33.
83. Brown JK, Byers T, Doyle C, Coumeya KS, Demark-Wahnefried W, Kushi LH, et al. Nutrition and physical activity during and after cancer treatment: an American Cancer Society guide for informed choices. *CA Cancer J Clin*. 2003;53:268-91.
84. Popovic JR. National Hospital Discharge Survey: Annual summary with detailed diagnosis and procedure data. National Center for Health Statistics. *Vital Health Statistics*. 1999;13:1-206.
85. Feskanich D, Willett W, Colditz G. Walking and leisure-time activity and risk of hip fracture in postmenopausal women. *JAMA*. 2002;288:2300-6.
86. Kraus WE, Houmard JA, Duscha BD, Knetzger KJ, Wharton MB, McCartney JS, et al. Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. *N Engl J Med*. 2002;347:1483-92.
87. Sato Y, Nagasaki M, Nakai N, Fushimi T. Physical exercise improves glucose metabolism in lifestyle-related diseases. *Exp Biol Med*. 2003;228:1208-12.
88. Watkins LL, Sherwood A, Feinglos M, Hinderliter A, Babyak M, Gullette E, et al. Effects of exercise and weight loss on cardiac risk factors associated with syndrome X. *Arch Intern Med*. 2003;163:1889-95.
89. Swartz AM, Strath SJ, Bassett DR, Moore JB, Redwine BA, Groer M, et al. Increasing daily walking improves glucose tolerance in overweight women. *Prev Med*. 2003;37:356-62.
90. Paluska SA, Schwenk TL. Physical activity and mental health: Current Concepts. *Sports Med*. 2000;29:167-80.
91. Babyak M, Blumenthal JA, Herman S, Khatri P, Doraiswamy M, Moore K, et al. Exercise treatment for major depression: maintenance of the therapeutic benefit at 10 months. *Psychosom Med*. 2000;62:633-8.
92. Pollock ML, Franklin BA, Balady GJ, Chaitman BL, Fleg JL, Fletcher B, et al. AHA Science Advisory. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: benefits, rationale, safety, and prescription: An advisory from the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association; Position paper endorsed by the American College of Sports Medicine. *Circulation*. 2000;101:828-33.
93. Holten MK, Zacho M, Gaster M, Juel C, Wojtaszewski JFP, Dela F. Strength Training Increases Insulin-Mediated Glucose Uptake, GLUT4 Content, and Insulin Signaling in Skeletal Muscle in Patients With Type 2 Diabetes. *Diabetes*. 2004;53:294-305.
94. Singh NA, Clements KM, Singh MA. The efficacy of exercise as a long-term antidepressant in elderly subjects: a randomized, controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2001;56:M497-504.
95. Delgado M, Gutiérrez A, Castillo MJ. Entrenamiento físico-deportivo y alimentación. De la infancia a la edad adulta. 3.ª ed. Barcelona: Paidotribo; 2004.
96. González-Gross M, Gutiérrez A, Mesa JL, Ruiz JR, Castillo MJ. Nutrition in the sport practice: adaptation of the food guide pyramid to the characteristics of athletes' diet. *Arch Latinoam Nutr*. 2001;51:321-31.
97. Mesa JL, Ruiz JR, González-Gross M, Gutiérrez A, Castillo MJ. Oral creatine supplementation and skeletal muscle metabolism in physical exercise. *Sports Med*. 2002;32:903-44.
98. Rae C, Digney AL, McEwan SR, Bates TC. Oral creatine monohydrate supplementation improves brain performance: a double-blind, placebo-controlled, cross-over trial. *Proc R Soc Lond B Biol Sci*. 2003;270:2147-50.
99. Derave W, Eijnde BO, Verbessem P, Ramaekers M, Van Leemputte M, Richter EA, et al. Combined creatine and protein supplementation in conjunction with resistance training promotes muscle GLUT-4 content and glucose tolerance in humans. *J Appl Physiol*. 2003;94:1910-6.
100. Sorriquer F, Rojo Martinez G, Esteva I, Ruiz de Adana MS, Catala M, Merelo MJ, et al. Actividad física y factores de riesgo cardiovasculares y metabólicos en la población general. *Med Clin (Barc)*. 2003;121:565-9.