

## **Efectos del envejecimiento en las capacidades físicas: implicaciones en las recomendaciones de ejercicio físico en personas mayores.**

### **Effects of aging on physical fitness: implications in the recommendations of physical activity for older adults.**

**Ana Carbonell Baeza**

**Virginia A. Aparicio García- Molina**

**Manuel Delgado Fernández**

Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad de Granada, España.

#### **Resumen**

El envejecimiento produce una involución de las capacidades físicas que origina un deterioro del estado físico y una reducción de la funcionalidad personal. Conforme avanza la edad se produce una pérdida de fuerza, un descenso de la capacidad aeróbica y una reducción progresiva no lineal y específica por articulación y movimiento articular de la flexibilidad. Además, los desórdenes de equilibrio son frecuentes en las personas mayores, por lo que el trabajo de flexibilidad y equilibrio, secundario en personas adultas, cobra especial protagonismo en las personas mayores. Asociada a la edad se producen modificaciones sustanciales de la composición corporal, con una disminución de la masa libre de grasa, que condiciona un descenso del gasto metabólico basal y un incremento de la masa grasa. La práctica de actividad física ha demostrado ser una herramienta eficaz para atenuar o retardar el envejecimiento, pero sólo si dicho ejercicio es practicado de forma regular y con la intensidad adecuada, contribuirá a mejorar la capacidad funcional global del organismo. Las diferentes recomendaciones de actividad física para personas mayores publicadas hasta la fecha, determinan dichos criterios mínimos de volumen e intensidad, por lo que se deben tener presentes a la hora de realizar una prescripción de ejercicio físico a una persona mayor.

**Palabras clave:** envejecimiento; personas mayores; recomendaciones; actividad física.

#### **Abstract**

Aging process is associated with progressive declines in physical fitness and functionality. Across age, there is a lost of strength, aerobic capacity ( $Vo_{2max}$ ) and a progressive but not linear decreasing of specific joint mobility. Furthermore, balance disorders are common in older people. In addition, the flexibility and balance training, which is secondary in adult people, it is of special relevance in old people. Age-related changes occur in body composition: fat free mass decreases and it determines lower energy expenditure and consequent increase in fat mass. Physical activity has showed to be an useful tool for decelerating the aging process; however, benefits only occur when the physical activity is practiced at the appropriate volume and intensity. Different recommendations for frequency, intensity and duration of physical exercise have been published. The current recommendations for elderly people, determine the minimal criteria for volume and intensity, and they must be taken into consideration when prescribing physical exercise in old people.

**Key words:** aging; old people; recommendations; physical activity.

Correspondencia/correspondence: Ana Carbonell Baeza.

Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Carretera de Alfacar s/n. 18011. Granada. España.

E-mail: anellba@ugr.es

## Introducción

El envejecimiento se caracteriza por la progresiva pérdida de funcionalidad. Como herramienta para minimizar sus efectos, el ejercicio físico ha tenido siempre un papel destacado. Con el fin de diseñar un programa de intervención adaptado a las peculiaridades de la población mayor es importante conocer dos aspectos: 1) Cómo se ven afectadas las capacidades físicas por la edad, para conocer a priori las características de la población con la que se va a trabajar; 2) Qué recomendaciones mínimas de prescripción de ejercicio físico se deben realizar para mejorar o mantener la calidad de vida relacionada con la salud del mayor. Teniendo presentes estas premisas, el objetivo de esta revisión ha sido conocer los avances en el estudio del efecto de la edad sobre las distintas capacidades físicas, así como un análisis histórico de las diferentes recomendaciones de ejercicio físico publicadas para personas mayores.

### *Metodología de la revisión.*

Se utilizaron las bases de datos “Medline” y “Pubmed”, acotando la revisión desde el año 2000 al 2008. Se han utilizado las siguientes palabras clave para la primera parte de la revisión, que analiza el efecto de la edad sobre las capacidades físicas: “aging”, “age-related”, “adults”, junto con cada uno de los términos que definen las capacidades físicas (“body composition, strenght, aerobic capacity, range of movement, static balance, dynamic balance”) o con el término genérico de condición física (“physical fitness”). En la segunda parte de la revisión, referida a recomendaciones de ejercicio físico para personas mayores, se utilizaron las siguientes palabras clave: “recommendation”, “prescription”, “physical activity”, “aging”, “adults”, aumentando el periodo de búsqueda desde 1975 hasta la actualidad. Se completó la revisión de información utilizando las referencias bibliográficas encontradas en las búsquedas previas.

## Efecto del envejecimiento sobre la condición física

Se produce un deterioro biológico en el ser humano a medida que pasan los años, especialmente a partir de la tercera década. Dicho deterioro es consecuencia de la pérdida de la estructura y funcionalidad orgánica, la cual puede ser medida a través de la condición física en general o las capacidades físicas en particular. En este apartado se analizará qué ocurre en cada una de las capacidades físicas con el paso de los años y, sobre todo, en las últimas décadas de la vida.

### *Fuerza*

Diferentes estudios transversales y longitudinales (Tabla 1) han verificado que se reduce la fuerza de prensión manual en mujeres y hombres conforme aumenta la edad (Araujo et al., 2008; Forrest, Zmuda y Cauley, 2007; Forrest, Zmuda y Cauley, 2005; Jansen et al., 2008; Lauretani et al., 2003; Meter et al., 2002). Esta disminución es significativa a partir de la década de los 50 años en mujeres y de los 30 ó 40 en hombres (Schlussel et al., 2008; Vianna et al., 2007). Esta reducción también ocurre en la fuerza de piernas, siendo esta pérdida mayor a la que se produce en la fuerza de brazos (Landers et al., 2001). Una baja fuerza muscular, tanto de piernas como de prensión manual, son predictores fuertes e independientes de mortalidad en personas mayores (Gale et al., 2007; Meter et al., 2002; Newman et al., 2006; Ruiz et al., 2008) y están asociados con limitaciones de la movilidad (Visser et al., 2005). Por estas razones, debe ser una capacidad preferente a incluir en el diseño de programas de intervención para esta población.

Tabla 1. Estudios que analizan la involución de la fuerza con la edad.

<b>Fuerza tren superior</b>		
<b>Autor</b>	<b>Tipo y muestra de estudio.</b>	<b>Resultados</b>
<b>Jansen et al. (2008)</b>	140 mujeres y 84 hombres de 65 a 92 años.	En hombres, la fuerza de presión manual disminuye de 91.5 libras en 65-69 años a 54.2 libras en >85 años. En mujeres se reduce de 54.9 libras en 65-69 años a 40.4 libras en >85 años.
<b>Schlüssel et al. (2008)</b>	1122 hombres y 1928 mujeres > 20 años.	En hombres, la fuerza de presión manual es estable hasta los 30-39 años (46.5 Kg) disminuyendo hasta 31.8 Kg en >70 años. En mujeres, es relativamente estable hasta la década 40-49 años (27.0 Kg) disminuyendo hasta 17.2 Kg en >70 años.
<b>Forrest et al. (2007)</b>	Estudio transversal. 9372 mujeres. 65 a 99 años.  Estudio longitudinal 10 años. 5214 mujeres.	Estudio transversal: 10% menos de fuerza de presión manual 75 -79 años vs 65-69 años. 14% menos > 80 años vs 70- 74 años.  Estudio longitudinal: pérdida promedio 2.4% al año. Incremento de pérdida mayor en función del rango de edad: 19.4% (65-69 años), 23.4 % (70-74 años), 24.3% (75-79 años), 28.6% (>80 años).
<b>Vianna et al. (2007)</b>	1787 hombres y 861 mujeres de 18 a 91 años.	En hombres y mujeres, la fuerza de presión manual es estable hasta los 35-40 años (41.1 kg y 23.5 Kg, respectivamente) reduciéndose a 25.8 Kg en hombres y 14.6 Kg en mujeres > 76 años.
<b>Forrest et al. (2005)</b>	Estudios transversal y longitudinal (7 años). 321 hombres. 51 a 84 años.	Estudio transversal: 27.6% menos de fuerza de presión manual en hombres >75 años vs <60 años.  Estudio longitudinal: pérdida promedio 2.8% al año (2% <60 años; 3.4 % >75 años).
<b>Nuñez et al. (2004)</b>	Estudio transversal. 337 mujeres de 20 a 80 años.	Fuerza de presión manual estable hasta los 44 años. Pérdidas por rangos: 15.13 %, 45-64 años vs 20-44 años; 21.58 % >64 años vs 45-64 años y 34.22 % vs 20-44 años.
<b>Lauretani et al. (2003)</b>	Estudio transversal. 469 hombres y 561 mujeres de entre 20-102 años.	En hombres, la fuerza de presión manual disminuye de 61.1 Kg en 20-29 años a 27.1 Kg en >85 años.  En mujeres, disminuye de 35.6 Kg en 20-29 años a 14.5 Kg en > 85 años.

<b>Fuerza tren inferior</b>		
<b>Goodpaster et al. (2006)</b>	Estudio longitudinal 3 años. 929 hombres. 951 mujeres. 70 a 79 años.	En hombres, extensión rodilla disminuye 3.42% y 4.12% en blancos y negros respectivamente. En mujeres, 2.65% y 2.97% respectivamente.
<b>Núñez et al. (2004)</b>	Estudio transversal. 337 mujeres de 20 a 80 años.	Disminución de la fuerza explosiva (salto con contramovimiento) en función del rango de edad: 9% 35-44 años vs 20-34 años; 23 % 45-64 años vs 35-44 años; 30% >64años vs 55-64 años.
<b>Lauretani et al. (2003)</b>	Estudio transversal. 469 hombres y 561 mujeres de entre 20–102 años.	En hombres, extensión rodilla disminuye de 802.0 (N/dm) en 20-29 años a 320.4 (N/dm) en >85 años. En mujeres, descenso de 552.0 (N/dm) en 20-29 años a 237.0 (N/dm) en >85 años.
<b>Landers et al. (2001)</b>	Estudio transversal. 21 mujeres de 60-75 años y 20 de 23-34 años.	Extensión rodilla significativamente menor en mayores que jóvenes ( $330 \pm 65.0$ N vs $433 \pm 118.0$ N).

### Capacidad aeróbica

La ratio de descenso del consumo máximo de oxígeno ( $VO_2\text{max}$ ) no es constante a lo largo de la edad, pero se acelera marcadamente con cada década, a partir de los 30 años (Hawkins y Wisswell, 2003; Hollengber et al., 2006; Fleg et al., 2005; Stathokostas et al., 2004). En una revisión realizada por Hawkins y Wisswell (2003) sobre los porcentajes de descenso de  $VO_2\text{max}$ , obtenidos tanto en estudios trasversales como longitudinales, llegaron a la conclusión de que la reducción era aproximadamente de un 10% por década, si bien algunos estudios más recientes (Tabla 2) han obtenido descensos superiores. Los hombres tienen un nivel inicial de  $VO_2\text{max}$  superior a las mujeres, pero su ratio de declive es mayor (Hollengber et al., 2006; Fleg et al., 2005; Stathokostas et al., 2004). Stathokostas et al. (2004) en su investigación encontraron que el porcentaje de descenso en 10 años fue de 14,7% en hombres y 7 % en mujeres de 55 a 84 años, mientras que Hollenber et al. (2006) observaron una reducción de 24% en hombres y 18% en mujeres mayores de 55 años tras una década.

Según Grimsmo et al. (2009) el entrenamiento de resistencia durante toda la vida no frena el descenso de  $VO_2\text{max}$  por el envejecimiento, pero el entrenamiento vigoroso es importante para atenuar ese declive. Pimentel et al. (2003) encontraron que en hombres entrenados en resistencia el declive producido antes de los 50 años era mínimo, pero su ratio absoluta de descenso tras esta edad era mayor que en sujetos sedentarios, aunque la relación relativa de descenso era menor. Esta mayor ratio absoluta se debe a niveles iniciales más elevados de  $VO_2\text{max}$  de los hombres entrenados frente a los sedentarios a todas las edades (Pimentel et al., 2003; Wilson y Tanaka, 2000) y a la disminución de los niveles de entrenamiento ejercitados conforme incrementa la edad (Katzel et al., 2001; Pimentel et al., 2003). Resultados similares obtuvieron Tanaka et al. (1997) y Eskurza et al. (2002) en mujeres entrenadas y sedentarias.

En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos en los diferentes estudios revisados.

Tabla 2. Estudios que analizan el descenso del  $VO_2\text{máx}$  conforme aumenta la edad.

Capacidad Aeróbica		
Autor	Muestra	Resultado
<b>Wong et al. (2008)</b>	196 hombres y 221 mujeres de 20 - 64 años.	Hombres, descenso del $VO_2\text{max}$ de $0.35 \text{ ml} \times \text{Kg}^{-1} \times \text{min}^{-1} \times \text{edad}^{-1}$ y en mujeres $0.30 \text{ ml} \times \text{kg}^{-1} \times \text{min}^{-1} \times \text{edad}^{-1}$ .
<b>Hollengber et al. (2006)</b>	253 hombres y 339 mujeres de 55-84 años.	Hombres, descenso del $VO_2\text{max}$ de 24% en 10 años. Mujeres, disminución del 18 % .
<b>Weiss et al. (2006)</b>	71 mujeres y 29 hombres de 60-92 años.	Relación inversamente proporcional entre edad y $VO_2\text{max}$ en hombres ( $-57 \pm 5 \text{ ml} \times \text{min}^{-1} \times \text{edad}^{-1}$ ; $P < 0.0001$ ) y mujeres ( $-23 \pm 2 \text{ ml} \times \text{min}^{-1} \times \text{edad}^{-1}$ ; $P < 0.0001$ )
<b>Fleg et al. (2005)</b>	375 mujeres y 435 hombres. 21-87 años.	3%-6% descenso grupos de 20 y 30 años. 20% disminución >70 años en una década.
<b>Stathokostas et al. (2004)</b>	55 hombres y 60 mujeres de 65-96 años.	Hombres, descenso en el $VO_2\text{max}$ de 14.7% o $0.43 \text{ ml} \times \text{kg}^{-1} \times \text{min}^{-1} \times \text{edad}^{-1}$ ( $P < 0.001$ ). Mujeres, disminución 7.0% o $0.19 \text{ ml} \times \text{kg}^{-1} \times \text{min}^{-1} \times \text{edad}^{-1}$ ( $P < 0.010$ ) en una década.

Según Weiss et al. (2006) la disminución del VO<sub>2</sub>max como consecuencia de la edad después de los 60 años se debe a: 1) reducción del gasto cardíaco máximo provocada fundamentalmente por el descenso de la frecuencia cardíaca máxima; 2) reducción de la diferencia arteriovenosa de oxígeno. Estos fenómenos biológicos ocurren más rápidamente en hombres que en mujeres, si bien estas diferencias entre géneros tienden a disiparse en las últimas décadas de la vida. Para Hollengber et al. (2006) son la reducción de la frecuencia cardíaca máxima y el volumen espiratorio forzado en un segundo las que explican, en gran parte, la disminución de la capacidad aeróbica por la edad. Según Heckman y McKelvie (2008) los cambios producidos en la función cardiovascular no se deben enteramente a la edad, sino también a la inactividad física.

El descenso de la capacidad aeróbica tiene sustanciales implicaciones en relación con la independencia funcional y la calidad de vida, siendo indicador claro de protección de enfermedades cardiovasculares (Fleg et al., 2005), por lo que junto con la fuerza, debe ser siempre integrada en la recomendación de ejercicio físico para personas mayores.

### *Flexibilidad*

La flexibilidad sufre una reducción progresiva, pero no lineal, conforme avanza la edad. El efecto de la edad es específico para cada articulación y para cada movimiento articular (Araujo, 2008; Doriot y Wang, 2006). Los valores medios tienden a ser sistemáticamente mayores en mujeres que en hombres, incluso a edades tempranas (Barnes et al., 2001; Araujo, 2008), pero según otros autores el efecto del género es más débil que la edad (Doriot y Wang, 2006).

Dado que gran parte de los gestos de la vida cotidiana requieren de recorridos articulares amplios, esta capacidad facilita la independencia funcional de la persona mayor y por dicha razón la flexibilidad deber formar parte de las recomendaciones de ejercicio físico en esta fase de la vida.

Tabla 3. Estudios transversales más relevantes que comparan los rangos de movimiento entre jóvenes y mayores.

<b>Flexibilidad</b>		
<b>Autor</b>	<b>Muestra de estudio</b>	<b>Resultado</b>
<b>Doriot y Wang (2006)</b>	11 hombres y 11 mujeres de 25-35 años y 10 hombres y 9 mujeres de 65-80 años.	Cuello: >40% disminución en extensión y flexión lateral. Tronco: >33% descenso flexión lateral y >16% rotación axial. Hombro: disminuye 25% flexión y 10% aducción. Sin diferencias significativas en articulaciones de codo y muñeca.
<b>Troke et al. (2005)</b>	196 mujeres y 209 hombres. 16-90 años.	Columna lumbar: disminución 45% flexión frontal, 48% flexión lateral, 79% extensión y sin cambios rotación axial.
<b>Sforza et al. (2002)</b>	20 hombres de 15-16 años, 30 de 19-25 años y 20 de 31-45 años.	Cuello: flexión y extensión > en adolescentes y adultos jóvenes (130–132°) vs adultos de mediana edad (117°).
<b>Barnes et al. (2001)</b>	270 sujetos. 4-70 años.	Hombro: disminuye movilidad con edad en movimientos pasivos y activos, excepto para la rotación interna que aumenta.

### *Equilibrio*

La falta de equilibrio es un importante factor de riesgo para las caídas y se ve afectado por la progresiva pérdida de la función sensoriomotora ocasionada por el incremento de la edad. Déficits en la propiocepción, visión, sentido vestibular, función muscular y tiempo de reacción contribuyen a un desorden del equilibrio, provocando que las caídas sean comunes en personas mayores (Sturnieks et al., 2008). Haber et al. (2008) demostraron que la mayoría de las variables que valoran el equilibrio tienen una relación no lineal con la edad (velocidad y duración del doble apoyo al caminar, equilibrio bipodal con ojos abiertos en superficie estable e inestable, número de escalones que se pueden subir en 15s, desplazamiento del centro de gravedad al realizar una tarea simple o doble). Tan sólo el equilibrio bipodal con ojos cerrados en superficie estable e inestable muestra tener una relación lineal con la edad.

Respecto al equilibrio estático, diferentes estudios han encontrado que las personas mayores son capaces de mantenerse menos tiempo en posición estática monopodal sin visión (Madhavan y Shields, 2005) que los jóvenes y presentan mayores desplazamientos del centro de gravedad (Amiridis, Hatzitaki y Arabatzi, 2003). En posición estática bipodal, las personas mayores también presentan mayores desplazamientos del centro de presiones, tanto con ojos abiertos (Abrahoma y Hlavačka, 2008; Amiridis, Hatzitaki y Arabatzi, 2003; Demura, Kitabayashi y Aoki, 2008), como con ojos cerrados (Abrahoma y Hlavačka, 2008) o en superficies inestables (Abrahoma y Hlavačka, 2008). Las personas mayores que sufren caídas frecuentes, con respecto a las que no, tienen significativamente mayor longitud y velocidad de desplazamiento del centro de presiones y mayor desplazamiento medio-lateral en posición bípeda de base estrecha con ojos abiertos o cerrados (Melzer, Benjuya y Kaplanski, 2004).

En relación al equilibrio dinámico, la persona mayor modifica el patrón de la locomoción, con una reducción de la velocidad de marcha (Begg y Sparrow, 2006; Hollman et al., 2007; Laufer, 2005; Lauretani et al., 2003; Samson et al., 2001), del tiempo de apoyo monopodal y de la longitud de zancada, y con un incremento del tiempo de apoyo bipodal (Laufer, 2005; Samson et al., 2001). Se observa una reducida flexión de rodilla y dorsiflexión de tobillo durante la fase aérea en comparación con jóvenes. Este fenómeno incrementa el riesgo de que el pie contacte con obstáculos (Begg y Sparrow, 2006).

Los desórdenes de equilibrio se manifiestan en un bajo rendimiento en tareas tales como estar de pie, inclinarse, subir escaleras, caminar ó responder a perturbaciones externas (Sturnieks, George y Lord, 2008), lo que muestra la necesidad de incluir el trabajo de equilibrio en las recomendaciones de ejercicio físico para personas mayores.

### **Efecto del envejecimiento sobre la composición corporal**

Estudios longitudinales realizados con personas mayores han confirmado un descenso de la masa libre de grasa conforme aumenta la edad (Dey et al., 2009; Fantin et al., 2007; Rossi et al., 2008). Según Fleg et al. (2005) permanece estable durante las primeras décadas en ambos sexos. Posteriormente experimenta un descenso acelerado que empieza en la década de los 50 en los hombres y de los 60 en las mujeres. Kyle et al. (2006) encontraron que la masa libre de grasa disminuía 0.9 kg/década para hombres y 0.4 kg/década en mujeres. La masa grasa, por contra, tiende a aumentar en las

personas mayores (Chen et al., 2008; Coin et al., 2008; Kyle et al., 2004; Kyle et al., 2006; Raguso et al., 2006). Hughes et al. (2002) observaron en un estudio longitudinal de  $9.4 \pm 1.4$  años, que la masa libre de grasa se reducía en hombres (2.0% por década) pero no en mujeres, mientras que la masa grasa se incrementaba de forma similar en ambos sexos (7.5% por década).

La altura disminuye con la edad (Dey et al., 2009; Perisimoto et al., 2002; Rossi et al., 2008; Sanchez et al., 2007). Conforme ésta avanza, el sistema esquelético sufre modificaciones estructurales como la desmineralización ósea, la cual reduce la anchura de la vertebra y deforma la longitud de los huesos de las extremidades inferiores (Sanchez et al., 2007). Perisimoto et al. (2002) encontraron que los hombres de 80 a 84 años eran un 2.7% más bajos que los de 65 a 69 años, mientras que en las mujeres la diferencia entre esas franjas de edades era del 4%.

Respecto al peso, los resultados son contradictorios, encontrando estudios donde éste permanece relativamente constante (Raguso et al., 2006; Rossi et al., 2008), mientras que en otros se incrementa (Kyle et al., 2004; Kyle et al., 2006; Sanchez Garcia et al., 2007) o bien disminuye (Dey et al., 2009; Perisimoto et al., 2002) con la edad.

Junto con estos cambios debidos a la edad en la composición corporal, también se produce una disminución del gasto metabólico basal, si bien esta disminución no se debe en su totalidad a dichos cambios en la composición corporal (Alfonzo-González et al., 2006; Krems et al., 2005).

Las medidas antropométricas de la grasa abdominal (perímetro de cintura y cadera) están fuerte y positivamente asociadas con la mortalidad por enfermedades cardiovasculares y cáncer, independientemente del índice de masa corporal (IMC) (Zhang et al., 2008). Un elevado perímetro de cintura debe ser considerado como un factor de riesgo de mortalidad (Koster et al., 2008), y un predictor de problemas de movilidad y agilidad en personas mayores (Guallar et al., 2007).

La realidad es que España tiene la prevalencia más alta de obesidad de entre 10 países europeos desarrollados entre hombres (20,2%) y mujeres (25,6%) mayores de 50 años según un estudio realizado por Andreyeva, Michaud y Soest (2007). Estos autores hallaron que tanto la obesidad como el sobrepeso están asociados con condiciones crónicas de salud, tales como diabetes, alto colesterol en sangre, hipertensión y artritis. Este rápido crecimiento de la obesidad frente a décadas pasadas y las diferencias encontradas entre diferentes países con poblaciones similares, indica que las pautas de obesidad son ambientales y que la causa de su extensión es social.

Por último, existe una clara asociación entre un bajo nivel de condición física con los parámetros de composición corporal; siendo los sujetos físicamente activos menos propensos a tener una elevada masa grasa (Kyle et al., 2004).

### **Papel del ejercicio en el envejecimiento saludable**

El envejecimiento es un proceso fisiológico influenciado y esta influencia puede ser negativa (acelerándolo) o positiva (retardándolo). Su principal característica es la progresiva pérdida de funcionalidad y 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) y en segundo lugar, adoptando conductas como la práctica



habitual de ejercicio y el seguimiento de una pauta de alimentación saludable (Castillo-Garzón, Ortega y Ruiz, 2005).

La cantidad y calidad del ejercicio necesario para producir mejoras saludables en el mayor diferirá de aquellas que se consideran necesarias en otros grupos poblacionales (Mazzeo y Tanaka, 2001). Tan sólo si dicho ejercicio es practicado de manera regular y con la intensidad adecuada contribuirá a mejorar la capacidad funcional global del organismo (Castillo-Garzón et al., 2006). Un programa de entrenamiento bien planificado permite al mayor desarrollar su máximo potencial físico, así como incrementar su salud física y mental, lo que atenúa y retarda las consecuencias negativas de la edad (Blain et al., 2000). De hecho, al ejercicio físico adaptado para la población mayor podemos denominarlo como la “píldora antienvjecimiento” por excelencia (Castillo-Garzón et al., 2006).

### **Recomendaciones de prescripción de ejercicio en personas mayores**

Las intervenciones de carácter prescriptivo deben ser llevadas a cabo teniendo en cuenta el estado biológico de la persona mayor. Para su diseño y desarrollo hay que tener como referente las recomendaciones de prescripción de ejercicio físico que existen en la literatura. Estas recomendaciones y un análisis crítico del envejecimiento sobre la condición física, como se ha expuesto en el primer apartado de esta revisión, permitirán adecuar los programas a cada persona mayor.

El Colegio Americano de Medicina Deportiva (American College of Sports Medicine, ACSM) fue pionero en proponer recomendaciones y prescripciones específicas de ejercicio físico. La publicación en 1975 de *Guidelines for Graded Exercise Testing and Exercise Prescription* y sus posteriores ediciones revisadas (ACSM, 1975; ACSM, 1980; ACSM, 1986; ACSM, 1991; ACSM, 1995; ACSM, 2000) han tenido una gran influencia en el campo del ejercicio físico, medicina clínica y rehabilitación (Blair et al., 2004). Este organismo desarrollaba en paralelo a las guías de prescripción, la publicación de las recomendaciones para la salud pública (ACSM, 1978; ACSM, 1990; ACSM, 1998) de cantidad y calidad de ejercicio necesario para mejorar y mantener el nivel de condición física (Blair et al., 2004).

Hasta finales de los años noventa, las recomendaciones de ejercicio físico para adultos y mayores eran las mismas, condicionando que capacidades como el equilibrio, importantes a la hora de trabajar con personas mayores, como se ha expuesto en la primera parte de esta revisión, quedarán totalmente excluidas. En 1999, Health Canadá publicó una guía de recomendación de ejercicio físico específica para personas mayores, concretando sugerencias de actividades en el caso de padecer determinadas enfermedades muy comunes en esta población.

En 2001 la American Geriatrics Society (AGS) concretó unas recomendaciones de práctica de ejercicio para personas mayores con dolor osteo-articular (tabla 4), como complemento a una guía de práctica clínica de asistencia a personas mayores con dolor crónico que publicó previamente en 1998. Destaca, por su utilidad práctica, la recomendación del trabajo isométrico de fuerza de baja intensidad en aquellas personas con problemas de movilidad o articulaciones inflamadas, donde el trabajo dinámico puede ser doloroso.

En 2007 el ACSM y la American Heart Association (AHA) plantearon recomendaciones separadas para adultos y mayores, considerando en las recomendaciones para adultos su aplicabilidad a personas de entre 18 y 64 años (Haskell et al., 2007) y las recomendaciones para personas mayores las destinadas hacia el grupo de edad mayor de 65 años y para las personas entre 50 y 64 años con limitaciones físicas o patologías (Nelson et al., 2007). En las recomendaciones para mayores (tabla 4) la intensidad del trabajo aeróbico es inferior al propuesto para los adultos, ya que su nivel de condición física es más bajo y se recomienda además el trabajo del equilibrio y la flexibilidad (Nelson et al., 2007).

Las personas mayores son un grupo heterogéneo, la mayoría tiene una o más enfermedades que varían tanto en el tipo de dolencia como en su intensidad, siendo posible encontrar a mayores que pueden correr mientras que otros tienen dificultades para caminar. Por ello, como aspecto relevante de estas recomendaciones, destaca la necesidad de diseñar un plan que asegure que se realizará al menos los niveles mínimos de actividad física que se describen en la recomendación y adaptado a las características de la persona (Nelson et al., 2007).

En el año 2008, el U.S. Department of Health and Human Services realizó unas nuevas recomendaciones, basadas en una extensa revisión de artículos desde 1994, donde además de citar sugerencias generales, añade especificaciones en función del estado de salud de la persona. Recomienda que las personas mayores inactivas comiencen únicamente con actividades de intensidad moderada, evitando las intensas y que aumenten progresivamente la frecuencia. Cuando existan enfermedades crónicas, aconsejan abandonar el estilo de vida inactivo por actividades aeróbicas que supongan al menos una duración de 60 minutos a la semana. Por el contrario, cuando la persona mayor sea físicamente activa, posea un estado de salud bueno y haya alcanzado el mínimo recomendado de 150 min semanales de actividad moderada o 75 minutos de actividad intensa, aconsejan incrementar progresivamente la actividad física aeróbica hasta 300 minutos de intensidad moderada a la semana ó a 150 de intensidad vigorosa o bien una combinación de ambos, para obtener mayores beneficios.

Entre las actividades de carácter aeróbico recomendadas desde las diferentes instituciones se encuentran: caminar, nadar, bailar, montar en bicicleta, aerobic y aquaerobic o el golf. En relación con la fuerza se recomiendan ejercicios o actividades que involucren al mayor número de grupos musculares posibles. A modo de ejemplos: ejercicios con bandas elásticas, de autocargas o con carga, subir escaleras, sentarse y levantarse de la silla varias veces, transportar objetos y algunos ejercicios de tai chi y yoga. Para trabajar el equilibrio recomienda caminar hacia atrás, lateral, apoyando solo los talones, de puntillas, pasar de posición sentada a erecta, comenzando la ejecución de los diferentes ejercicios primero con apoyo (pared, mobiliario, etc.) y progresivamente eliminando el mismo, para posteriormente realizar actividades más generales como Tai Chi ó yoga.

Tabla 4. Recomendaciones de prescripción de ejercicio físico en personas mayores

	Actividad aeróbica			Fuerza		Flexibilidad	Equilibrio
	Frecuencia	Intensidad	Duración	Frecuencia	Nº ejercicios. Series-repeticiones		
<b>Health Canada (1999)</b>	4-7 d/sem	Intensidad moderada progresando hacia vigorosa	Acumular de 30 a 60 min en periodos min de 10 min.	2-4 d/sem	Peso que pueda levantar 10 veces sin llegar a ser demasiado pesado.	Diariamente	2-4 d/sem
<b>Osteoarthritis AGS (2001)</b>	3-5 d/sem	50-60% de la FCmax	20-30 min/día	2-3 d/sem de ejercicios con resistencia isotónica.  Diariamente ejercicio isométrico si la articulación esta inflamada o inestable.	Ejercicios isotónicos intensidad baja (40% 1 RM, 10-15 rep); moderada (40%-60% 1 RM, 8-10 rep); alta (>60% 1 RM, 6-8 rep).  Ejercicios isométricos 40%-60% MCV, 1-10 repeticiones submáximas durante 1-6 s	Inicio: diariamente 1 estiramiento por grupo muscular mantener de 5 a 15 s.  Objetivo a conseguir: 3-5 d/sem 2-3 estiramientos por grupo muscular mantener 20-30s.	
<b>ACSM and the AHA (2007)</b>	Mínimo 5 d/sem intensidad moderada o mínimo 3 d/sem	Intensidad moderada, de 5 a 6 puntos e intensidad vigorosa de 7 a 8 puntos en una	30 min al día en bloques de 10 min seguidos si es intensidad moderada ó 20 min intensidad	Mínimo 2d/sem	8-10 ejercicios globales, 10-15 repeticiones	2 d/sem. Mínimo 10 min	Recomienda su trabajo en personas mayores con riesgo

	intensidad vigorosa	escala subjetiva de esfuerzo de 10 puntos.	vigorosa				de caídas.
<b>U.S. Department of Health and Human Services (2008)</b>	Mínimo 3 d/sem	Intensidad moderada de 5 a 6 puntos e intensidad vigorosa de 7 a 8 en una escala subjetiva de esfuerzo de 10 puntos	150 min de intensidad moderada en bloques de 10 min o 75 min de intensidad vigorosa en total a la semana	Mínimo 2 d/sem	8-10 repeticiones	Recomienda su mantenimiento.	Recomienda su trabajo en personas mayores con riesgo de caídas.

1 RM: 1 repetición máxima; MCV: contracción voluntaria máxima isométrica; RPE: percepción de esfuerzo. FC max: frecuencia cardiaca máxima.

## Conclusiones

El envejecimiento produce una pérdida de las capacidades físicas con el consiguiente deterioro funcional. En relación a la composición corporal, la masa libre de grasa disminuye conforme aumenta la edad, al igual que el gasto energético en reposo y la altura y, por contra, la masa grasa tiende a aumentar. Se produce una pérdida de fuerza de piernas y brazos, disminuye la capacidad aeróbica y la flexibilidad sufre una reducción progresiva específica para cada articulación y movimiento articular. Los desórdenes de equilibrio son comunes en personas mayores y se ve alterado el patrón de la marcha. Este estado biológico, propio de la edad avanzada, se debe tener presente a la hora de diseñar programas de intervención de actividad física. Históricamente las recomendaciones de adultos y mayores eran las mismas. Actualmente, el conocimiento sobre el diferente estado biológico entre estas edades han propiciado nuevas recomendaciones específicas para esta población. En personas mayores el trabajo de flexibilidad y equilibrio, además del desarrollo de la fuerza y la resistencia, adquieren más protagonismo, como reflejan las últimas recomendaciones publicadas. Pero es necesario concretar más detalladamente en flexibilidad y equilibrio la metodología de trabajo en futuras ediciones.

## Agradecimientos

AC posee beca (FPU) del Ministerio de Educación y Ciencia (AP-2006-03676).

## Bibliografía

- Abrahamová, D., & Hlavacka, F. (2008). Age-Related Changes of Human Balance during Quiet Stance. *Physiological Research*, 57, 957-964.
- Alfonzo-González, G.; Doucet, E.; Bouchard, C., & Tremblay, A. (2006). Greater than predicted decrease in resting energy expenditure with age: cross-sectional and longitudinal evidence. *European Journal of Clinical Nutrition*, 60, 18-24.
- American College of Sports Medicine. (1975). *Guidelines for graded exercise testing and exercise prescription*. Philadelphia: Lea & Febiger.
- American College of Sports Medicine. (1978). Position statement on the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining fitness in healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 10 (3), vii-x.
- American College of Sports Medicine. (1980). *Guidelines for graded exercise testing and exercise prescription*. Philadelphia: Lea & Febiger.
- American College of Sports Medicine. (1986). *Guidelines for exercise testing and prescription*. Philadelphia: Lea & Febiger.
- American College of Sports Medicine. (1990). American College of Sports Medicine Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness in healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22, 265-74.
- American College of Sports Medicine. (1991). *Guidelines for exercise testing and prescription*. Malvern, PA: Lea & Febiger.
- American College of Sports Medicine. (1995). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. Media, PA: Williams & Wilkins.

- American College of Sports Medicine. (1998). 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. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30, 975-91.
- American College of Sports Medicine. (2000). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.
- American Geriatrics Society. (2001). Exercise prescription for older adults with osteoarthritis pain: consensus practice recommendations. A supplement to the AGS Clinical Practice Guidelines on the management of chronic pain in older adults. *Journal of American Geriatric Society*, 49, 808-823.
- Amiridis, I.; Hatzitaki, V., & Arabatzi, F. (2003). Age-induced modifications of static postural control in humans. *Neuroscience Letters*, 350, 137-140.
- Andreyeva, T.; Michaud, P. C., & Soest, A. (2007). Obesity and health in Europeans aged 50 years and older. *Public Health*, 121, 497-509.
- Araujo, C. (2008). Flexibility Assessment: Normative Values for Flexitest from 5 to 91 Years of Age. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 90(4), 257-263.
- Araujo, A.; Trivison, T.; Bhasin, S.; Esche, G.; Williams, R. E.; Clark, R. V., & McKinlay, J. B. (2008). Association between testosterone and estradiol and age-related decline in physical function in a diverse sample of men. *Journal of American Geriatric Society*, 56, 2000-2008.
- Baloh, R.; Ying, S., & Jacobson, K. (2003). A longitudinal study of gait and balance dysfunction in normal older people. *Archives of Neurology*, 60, 835-839.
- Barnes, C. J.; Van Steyn, S. J., & Fischer, R. A. (2001). The effects of age, sex, and shoulder dominance on range of motion of the shoulder. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 10, 242-246.
- Begg, R. K., & Sparrow, W. A. (2006). Ageing effects on knee and ankle joint angles at key events and phases of the gait cycle. *Journal of Medical Engineering and Technology*, 30 (6), 382-389.
- Beliaeff, S.; Bouchard, D.; Hautier, C.; Brochu, M., & Dionne, I. J. (2008). Association between muscle mass and isometric muscle strength in well-functioning older men and women. *Journal of Aging and Physical Activity*, 16, 484-493.
- Blain, H.; Vuillemin, A.; Blain, A., & Jeandel, C. (2000). The preventive effects of physical activity in the elderly. *Presse Medicale*, 24, 29(22), 1240-8.
- Blair, S.N.; LaMonte, M.J., & Nichaman, M.Z. (2004). The evolution of Physical Activity Recommendations: How much is enough?. *American Journal of Clinical Nutrition*, 79, S913-S920.
- Castillo, M. (2007). La condición física es un componente importante de la salud para los adultos de hoy y del mañana. *Selección*, 17(1), 2-8.
- Castillo, M. J.; Ortega, F., y Ruiz, J. (2005). Mejora de la forma física como terapia anti-envejecimiento. *Medicina Clínica*, 124, 146-155.
- Castillo-Garzón, M. J.; Ruiz, J. R.; Ortega, F. B., & Gutiérrez, A. (2006). Anti-aging therapy through fitness enhancement. *Clinical Interventions in Aging*, 1(3), 213-220.

- Chen, R.; Lin, S. Q.; Lin, X.; Chen, Y.; Yang, Q. H.; Zhou, Y., & Zhang, Y. (2008). Effect of age on body composition in healthy Beijing women. *Zhonghua Fu Chan Ke Za Zhi*, 43(1), 36-40.
- Coin, A.; Sergi, G.; Minicuci, N.; Giannini, S.; Barbiero, E.; Manzato, E.; Pedrazzoni, M.; Minisola, S.; Rossini, M.; Del Puente, A.; Zamboni, M.; Inelmen, E. M., & Enzi, G. (2008). Fat-free mass and fat mass reference values by dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA) in a 20-80 year-old Italian population. *Clinical Nutrition*, 27(1), 87-94.
- Demura, S.; Kitabayashi, T. & Aoki, H. (2008). Body-sway characteristics during a static upright posture in the elderly. *Geriatrics and Gerontology International*, 8(3), 188-97.
- Department of Health and Human Services. (2008). Physical Activity Guidelines Advisory Committee. Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report. Washington, DC: U.S.
- Dey, D. K.; Bosaeus, I.; Lissner, L., & Steen, B. (2009). Changes in body composition and its relation to muscle strength in 75-year-old men and women: A 5-year prospective follow-up study of the NORA cohort in Göteborg, Sweden. *Nutrition*, 9.
- Doriot, N., & Wang, X. (2006). Effects of age and gender on maximum voluntary range of motion of the upper body joints. *Ergonomics*, 49 (3), 269-281.
- El Haber, N.; Erbas, B.; Hill, K., & Wark, J. (2008). Relationship between age and measures of balance, strength and gait: linear and non-linear analyses. *Clinical Science*, 114, 719-727.
- Eskurza, I.; Donato, A. J.; Moreau, K. L.; Seals, D. R., & Tanaka, H. (2002). Changes in maximal aerobic capacity with age in endurance-trained women: 7-yr follow-up. *Journal of Applied Physiology*, 92, 2303-2308.
- Fantin, F.; Di Francesco, V.; Fontana, G.; Zivelonghi, A.; Bissoli, L.; Zoico, E.; Rossi, A.; Micciolo, R.; Bosello, O., & Zamboni, M. (2007). Longitudinal body composition changes in old men and women: interrelationships with worsening disability *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 62A(12), 1375-1381
- Fleg, J. L.; Morrell, C. H.; Bos, A. G.; Brant, L. J.; Talbot, L. A.; Wright, J. G., & Lakatta, E. G. (2005). Accelerated longitudinal decline of aerobic capacity in healthy older adults. *Circulation*, 112, 674-682.
- Forrest, K. Y.; Zmuda, J., & Cauley, J. (2005). Patterns and determinants of muscle strength change with aging in older men. *The Aging Male*, 8(3/4), 151-156.
- Forrest, K. Y.; Zmuda, J., & Cauley, J. (2007). Patterns and correlates of muscle strength loss in older women. *Gerontology*, 53, 140-147.
- Gale, C. R.; Martyn, C. N.; Cooper, C., & Sayer, A. A. (2007). Grip strength, body composition, and mortality. *International Journal of Epidemiology*, 36, 228-235.
- Goodpaster, B. H.; Park, S. W.; Harris, T. B.; Kritchevsky, S. B.; Nevitt, M.; Schwartz, A. V.; Simonsick, E. M.; Tyllavsky, F. A.; Visser, M., & Newman, A. B. (2006). The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 61A(10), 1059-64.
- Grimsmo, J.; Arnesen, H., & Mæhlum, S. (2009). Changes in cardiorespiratory function in different groups of former and still active male cross-country skiers: a 28-30-year follow-up study. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20.

- Groessl, E. J.; Kaplan, R. M.; Rejeski, W. J.; Katula, J. A.; King, A. C.; Frierson, G.; Glynn, N. W.; Hsu, F. C.; Walkup, M., & Pahor, M. (2007). Health-Related Quality of Life in Older Adults at Risk for Disability. *American Journal of Preventive Medicine*, 33(3), 214-8.
- Guallar-Castillón, P.; Sagardui-Villamor, J.; Banegas, J. R.; Graciani, A.; Fornés, N. S.; López García, E., & Rodríguez-Artalejo, F. (2007). Waist circumference as a predictor of disability among older adults. *Obesity*, 15 (1), 233-244.
- Haskell, W. L.; Lee, I. M.; Pate, R. R.; Powell, K. E.; Blair, S. N.; Franklin, B. A.; Macera, C. A.; Heath, G. W.; Thompson, P.D., & Bauman, A. (2007). Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39, 1423 - 1434.
- Hawkins, S. A., & Wisswell, R. A. (2003). Oxygen consumption decline with aging implications for exercise training. *Sports Medicine*, 33(12), 877-888.
- Health Canada. (1999). Canada's Physical Activity Guide to Healthy Active Living for Older Adults. Ottawa, Ontario, Canada.
- Hollenberg, M.; Yang, J.; Haight, T. J., & Tager, I. B. (2006). Longitudinal changes in aerobic capacity: implications for concepts of aging. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 61A(8), 851-858.
- Hollman, J.; Kovash, F.; Kubik, J. J., & Linbo, R. A. (2007). Age-related differences in spatiotemporal markers of gait stability during dual task walking. *Gait and Posture*, 26, 113-119.
- Hughes, V. A.; Frontera, W. R.; Roubenoff, R.; Evans, W. J., & Singh, M. A. (2002). Longitudinal changes in body composition in older men and women: role of body weight change and physical activity. *American Journal of Clinical Nutrition*, 76 (2), 473-81.
- Jansen, C. W.; Niebuhr, B. R.; Coussirat, D. J.; Hawthorne, D.; Moreno, L., & Phillip, M. (2008). Hand force of men and women over 65 years of age as measured by maximum pinch and grip force. *Journal of Aging and Physical Activity*, 16(1), 24-41.
- Koster, A.; Leitzmann, M. F.; Schatzkin, A.; Mouw, T.; Adams, K. F.; Van Eijk, J. T.; Hollenbeck, A. R., & Harris, T. B. (2008). Waist circumference and mortality. *American Journal of Epidemiology*, 167 (12), 1465-1475.
- Krems, C.; Luhrmann, P. M.; Strassburg, A.; Hartmann, B., & Neuhauser-Berthold, M. (2005). Lower resting metabolic rate in the elderly may not be entirely due to changes in body composition. *European Journal of Clinical Nutrition*, 59(2), 55-62.
- Kyle, U. G.; Melzer, K.; Kayser, B.; Picard-Kossovsky, M.; Gremion, G., & Pichard, C. (2006). Eight-year longitudinal changes in body composition in healthy Swiss adults. *Journal of the American College of Nutrition*, 25 (6), 493-501.
- Kyle, U. G.; Morabia, A.; Schutz, Y., & Pichard, C. (2004). Sedentarism affects body fat mass index and fat-free mass index in adults aged 18 to 98 years. *Nutrition*, 20, 255-260.
- Landers, K. A.; Hunter, G. R.; Wetzstein, C. J.; Bamman, M. M., & Weinsier, R. L. (2001). The interrelationship among muscle mass, strength, and the ability to perform physical tasks of daily living in younger and older women. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 56(10), B443-448.



- Laufer, Y. (2005). Effect of age on characteristics of forward and backward gait at preferred and accelerated walking speed. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 60A (5), 627-32.
- Lauretani, F.; Russo, C. R.; Bandinelli, S.; Bartali, B.; Cavazzini, C.; Di Iorio, A.; Corsi, A. M.; Rantanen, T.; Guralnik, J. M., & Ferrucci, L. (2003). Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. *Journal of Applied Physiology*, 95, 1851-1860.
- Madhavan, S., & Shields, R. (2005). Influence of age on dynamic position sense: evidence using a sequential movement task. *Experimental Brain Research*, 164, 18-28.
- Mazzeo, R. S., & Tanaka, H. (2001). Exercise prescription for the elderly: current recommendations. *Sports Medicine*, 31(11), 809-818.
- Melzer, I.; Benjuya, N., & Kaplanski, J. (2004). Postural stability in the elderly: a comparison between fallers and non-fallers. *Age and Ageing*, 33, 602-607.
- Metter, E. J.; Talbot, L. A.; Schragar, M.; y Conwit, R. (2002). Skeletal Muscle Strength as a Predictor of All-Cause Mortality in Healthy Men. *The Journals of Gerontology*, 57A, 359-365.
- Nelson, M. E.; Rejeski, W. J.; Blair, S. N.; Duncan, P. W.; Judge, J. O.; King, A. C.; Macera, C. A., & Castaneda-Sceppa, C. (2007). Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*, 116, 1094-1105.
- Newman, A. B.; Kupelian, V.; Visser, M.; Simonsick, E. M.; Goodpaster, B. H.; Kritchevsky, S. B.; Tyllavsky, F. A.; Rubin, S. M., & Harris, T. B. (2006). Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 61A(1), 72-77.
- Núñez, J. P.; Carbonell, A.; Burgos, M. A.; Núñez, F. J., y Padial, P. (2004). Evolución de la fuerza del tren superior e inferior en mujeres sanas de 20 a 80 años. *III Congreso de la Asociación Española De Ciencias Del Deporte*. Universidad de Valencia. Valencia.
- Perissinotto, E.; Pisent, C.; Sergi, G.; Grigoletto, F., & ILSA Working Group (Italian Longitudinal Study on Ageing). (2002). Anthropometric measurements in the elderly: age and gender differences. *British Journal of Nutrition*, 87 (2), 177-86.
- Pimentel, A. E.; Gentile, C. L.; Tanaka, H.; Seals, D. R., & Gates, P. E. (2003). Greater rate of decline in maximal aerobic capacity with age in endurance-trained than in sedentary men. *Journal of Applied Physiology*, 94, 2406-2413.
- Raguso, C. A.; Kyle, U.; Kossovsky, M. P.; Roynette, C.; Paoloni-Giacobino, A.; Hans, D.; Genton, L., & Pichard, C. (2006). A 3-year longitudinal study on body composition changes in the elderly: role of physical exercise. *Clinical Nutrition*, 25 (4), 573-80.
- Rossi, A.; Fantin, F.; Di Francesco, V.; Guariento, S.; Giuliano, K.; Fontana, G.; Micciolo, R.; Solerte, S. B.; Bosello, O., & Zamboni, M. (2008). Body composition and pulmonary function in the elderly: a 7-year longitudinal study. *International Journal of Obesity*, 32(9), 1423-1430.
- Ruiz, J.; Sui, X.; Lobelo, F.; Morrow, J.; Allen W.; Jackson, J. A.; Sjöström, M., & Blair, S. (2008). Association between muscular strength and mortality in men: prospective cohort study. *British Medical Journal*, 337- 439.

- Samson, M. M.; Crowe, A.; De Vreede, P. L.; Dessens, J. A.; Duursma, S. A., & Verhaar, H. J. (2001). Differences in gait parameters at a preferred walking speed in healthy subjects due to age, height and body weight. *Aging*, 13(1), 16-21.
- Sánchez-García, S.; García-Peña, C.; Duque-López, M. X.; Juárez-Cedillo, T.; Cortés-Núñez, A. R.; Reyes-Beaman, S. (2007). Anthropometric measures and nutritional status in a healthy elderly population. *BMC Public Health*, 3,7,2.
- Schlüssel, M. M.; Dos Anjos, L. A.; De Vasconcellos, M. T., & Kac, G. (2008). Reference values of handgrip dynamometry of healthy adults: a population-based study. *Clinical Nutrition*, 27(4), 601-7.
- Sforza, C.; Grassi, G.; Fragnito, N.; Turci, M., & Ferrario, V. F. (2002). Three-dimensional analysis of active head and cervical spine range of motion: effect of age in healthy male subjects. *Clinical Biomechanics*, 17, 611-614.
- Stathokostas, L.; Jacob-Johnson, S.; Petrella, R. J., & Paterson, D. (2004). Longitudinal changes in aerobic power in older men and women. *Journal of Applied Physiology*, 97, 784-789.
- Sturnieks, D. L.; George, R., & Lord, S. R. (2008). Balance disorders in the elderly. *Neurophysiologie Clinique*, 38,467-478.
- Tanaka, H.; DeSouza, C.; Jones, P. P.; Stevenson, E. T.; Davy, K. P., & Seals, D. R. (1997). Greater rate of decline in maximal aerobic capacity with age in physically active vs. sedentary healthy women. *Journal Applied of Physiology*, 83(6),1946-1953.
- Troke, M.; Moore, A. P.; Maillardet, F. J., & Cheek, E. (2005). A normative database of lumbar spine ranges of motion. *Manual Therapy*, 10, 198-206.
- Vianna, L. C.; Oliveira, R. B.; Araújo, C. G. (2007). Age-related decline in handgrip strength differs according to gender. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4),1310-1314.
- Visser, M.; Goodpaster, B. H.; Kritchevsky, S. B.; Newman, A. B.; Nevitt, M.; Rubin, S. M.; Simonsick, E. M., & Harris, T. B. (2005). Muscle mass, muscle strength, and muscle fat infiltration as predictors of incident mobility limitations in well-functioning older persons. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 60A(3), 324-333.
- Weiss, E. P.; Spina, R. J.; Holloszy, J. O., & Ehsani, A. A. (2006). Gender differences in the decline in aerobic capacity and its physiological determinants during the later decades of life. *Journal Applied of Physiology*, 101, 938-944.
- Wilson, T.M, & Tanaka, H. (2000). Meta-analysis of the age-associated decline in maximal aerobic capacity in men: relation to training status. *American Journal of Physiology, Heart and Circulatory Physiology*, 278, 829-834.
- Zhang, C.; Rexrode, K. M.; Van Dam, R. M.; Li, T. Y., & Hu, F. B. (2008). Abdominal obesity and the risk of all-cause, cardiovascular, and cancer mortality: sixteen years of follow-up in US women. *Circulation*, 117(13), 1658-1667.