

# El entrenamiento de fuerza en los deportistas mayores

Juan Francisco Marcos Becerro

Instituto Longevidad y Salud. Madrid.

---

**Recibido:** 04.05.2016

**Aceptado:** 23.05.2016

## Resumen

El envejecimiento se asocia a una pérdida gradual y progresiva de la masa, de la función y de la resistencia muscular, denominada sarcopenia. Esto implica que disminuye la capacidad de realizar las actividades de la vida diaria, y también significa un aumento del riesgo de caída y de fractura ósea.

El entrenamiento de fuerza puede contrarrestar las deficiencias relacionadas con la progresión de la edad por su capacidad para aumentar la masa y la fuerza musculares, incluso en edades avanzadas de la vida.

En las personas mayores, el entrenamiento de fuerza mejora la capacidad cardiorrespiratoria, la actividad muscular, la composición corporal, el estado de ánimo, la cognición, la calidad de vida, entre otros beneficios.

Se recomienda realizar entrenamiento multimodal, lo que incluye el entrenamiento de fuerza progresivo (EPF), el entrenamiento tradicional del levantamiento de peso, y/o el entrenamiento del equilibrio, para disminuir los factores de riesgo a sufrir las caídas y las fracturas y para mejorar las funciones cognitivas en los mayores sanos, o en los que están en riesgo a sufrir la demencia. No obstante, la mayor parte de autores recomiendan una combinación de entrenamiento de fuerza y de resistencia, tanto en sujetos sanos como frágiles.

**Palabras clave:**  
Entrenamiento. Fuerza.  
Envejecimiento.  
Deportista mayor.  
Tercera edad.

Los componentes del entrenamiento de fuerza recomendables son un período de entrenamiento de 50-53 semanas, aunque lo mejor es continuarlo durante toda la vida, con una frecuencia de realización de tres sesiones por semana, con un volumen de dos-tres series por ejercicio con siete a nueve repeticiones por serie y todo ello realizado con una intensidad de carga del 51 al 69% de la 1RM, intercalando un periodo de reposo de 120 segundos entre las series y de 2,5 segundos entre las repeticiones. La revisión expone las formas de este tipo de entrenamiento para mejorar la condición funcional de las personas mayores.

## Strength training in older athletes

### Summary

Aging is associated with a gradual and progressive mass loss function and muscle strength, called sarcopenia. This implies that the ability to perform activities of daily living decreases and also means an increased risk of falling and bone fracture.

Strength training can counteract deficiencies related to the progression of age due its ability to increase muscle mass and strength, even in advanced stages of life.

In older people, strength training improves cardiorespiratory fitness, muscle activity, body composition, mood, cognition, quality of life, among other benefits.

It is recommended multimodal training, including progressive strength training (EPF), traditional weightlifting training, and/or balance training, to reduce risk factors of suffering falls and fractures and to improve cognitive functions in healthy elderly, or those at risk to suffer from dementia. However, most authors recommend a combination of strength training and endurance, both healthy and frail subjects.

**Key words:**  
Training. Force.  
Aging. Older.  
Athlete. Elderly.

The recommended components of strength training are: a training period of 50-53 weeks, although the best is to keep it throughout life, with a frequency of three sessions per week, with a volume between two and three sets per exercise and between seven and nine repetitions per set with a load of 51 to 69% of 1RM, wotj a 120 seconds period of resting time between sets and 2.5 seconds between repetitions.

This review outlines how this type of training can improve the functional condition in elderly.

---

**Correspondencia:** Juan Francisco Marcos Becerro

E-mail: jfmarcosb@yahoo.es

## La función muscular en los mayores

El proceso natural del envejecimiento se asocia con la pérdida gradual y progresiva de la masa, la fuerza y la resistencia muscular, lo que se conoce como sarcopenia, proceso que es una consecuencia inevitable del envejecimiento<sup>1</sup>. Recientes estudios sugieren que la disfunción mitocondrial, la disminución de la sensibilidad a la insulina, y la reducción de la resistencia se relacionan con la inactividad física y con el aumento de la adiposidad, en lugar de estarlo solo con el envejecimiento<sup>2</sup>. Varios trabajos muestran que el ejercicio habitual puede normalizar algunos aspectos de la disfunción mitocondrial relacionada con la edad, a la vez que mejora la función muscular al favorecer la síntesis de las proteínas miofibrilares<sup>2,3</sup>. Una dieta correcta que contenga la cantidad adecuada de proteínas, también es eficaz para mejorar las disminuciones de la masa muscular, de la fuerza, y de las capacidades funcionales relacionadas con la edad<sup>4</sup>.

Sin embargo, es la combinación de una correcta nutrición junto con la práctica habitual de ejercicio lo que se considera una estrategia óptima para el mantenimiento de la función muscular<sup>5</sup>.

Con la edad, el organismo humano disminuye la capacidad para realizar las actividades de la vida diaria, debido en gran parte a la reducción de la masa muscular, y la disminución de la masa muscular tiene un gran efecto sobre la salud<sup>6</sup>, está en relación con la reducción de las motoneuronas espinales y a las alteraciones de la función mecánica muscular (disminución de la frecuencia máxima de estimulación y pérdida de elasticidad) de las fibras musculares de las extremidades inferiores (tipos I y II)<sup>7</sup>.

La fuerza muscular disminuye gradualmente desde los 30 a los 50 años. A los 60 años la disminución se acelera un 15% y puede alcanzar el 30% a los 80 años. La consecuencia final es una importante alteración del equilibrio y un aumento del riesgo de caída, con la posibilidad de sufrir diversas fracturas<sup>8</sup>.

El entrenamiento puede contrarrestar la deficiencia de la fuerza relacionada con la edad<sup>7</sup>. El factor crucial en el mantenimiento de la fuerza es el aumento de la masa muscular y ello se puede conseguir con el entrenamiento de fuerza (EF). Hay autores que aconsejan utilizar programas de ejercicio multimodal, como los recomendados por el Colegio Americano de la Medicina del Deporte y la Organización Mundial de la Salud, combinando el entrenamiento de fuerza progresivo (EFP), el aerobio, el de flexibilidad y el del equilibrio, realizados con los objetivos de mejorar la salud<sup>9</sup>, de disminuir los factores de riesgo de sufrir caídas y fracturas<sup>10</sup> y para mejorar las funciones cognitivas en los mayores sanos. También pueden ser útiles en personas con riesgo de demencia.

Los programas multimodales producen mejores efectos que los que se consiguen usando sus componentes de forma independiente<sup>11</sup>.

## El entrenamiento de fuerza en las personas mayores

En las personas mayores, el EF mejora la capacidad cardiorrespiratoria, la actividad muscular, la composición corporal, el estado de ánimo, la cognición, la calidad de vida, y se observa una mayor actividad hemodinámica en las pruebas de la resonancia magnética. En las personas

afectadas por accidente cerebrovascular, el EF mejora la fuerza muscular, incluida la fuerza máxima voluntaria<sup>12</sup>, la función de los miembros superiores e inferiores y el rendimiento en las pruebas funcionales.

Según Cruickshank, *et al.*<sup>13</sup>, son evidentes los beneficios en la fuerza observados tras la realización del EF en los individuos afectados por la enfermedad de Parkinson y, en menor medida, en los que padecen esclerosis múltiple. También existe cierta evidencia que sugiere que el EF ejerce un efecto positivo sobre la progresión de la enfermedad y la movilidad en las personas con enfermedad de Parkinson. En los hombres, el entrenamiento progresivo de fuerza restablece, de forma significativa, la expresión de las enzimas esteroideogénicas disminuidas por el envejecimiento y los niveles de las hormonas esteroideas sexuales<sup>14</sup>. En las mujeres mayores, el EF aumenta la fuerza de los músculos respiratorios, y de otros músculos del cuerpo, y además, el rendimiento de la prueba sentarse levantarse<sup>15</sup>. En las afectadas por la hipertensión, mejora la presión arterial y la fuerza de agarre de la mano, y estos beneficios se mantienen durante 14 semanas de desentrenamiento<sup>16</sup>. Según Carneiro, *et al.*<sup>17</sup>, el EF aumenta la flexibilidad de los diferentes movimientos articulares en las mujeres mayores incluyendo una mejora en la flexión frontal de la cadera.

El EF realizado con los componentes que se indican en la Tabla 1 es eficaz para mejorar la morfología muscular<sup>12</sup>.

Las variables del entrenamiento no deben ser iguales para los grupos de mayores sanos, para los que tienen una movilidad limitada o para los frágiles. Entre la 6ª y la 8ª semana, se consideran los resultados obtenidos, y se programan las siguientes etapas en relación con el nuevo RM. Además de la hipertrofia, el EF debe mejorar la sincronización de las unidades motoras y su entrenamiento ha de realizarse mediante el aumento de las cargas y la disminución de las repeticiones por serie<sup>7</sup>.

El EF puede llevarse a cabo mediante la utilización de pesas, de sacos de arena, de máquinas, de bandas elásticas y de los músculos del propio cuerpo o con el peso de un compañero. El lugar más apropiado para el entrenamiento es el gimnasio, pero también se puede hacer en el domicilio del deportista, en el campo y en el agua. En el medio acuático, la carga es el peso del agua. Según Koch *et al.*<sup>18</sup>, los ejercicios realizados en este ambiente mejoran el rendimiento cardiovascular, la composición corporal, la flexibilidad, el equilibrio y la fuerza muscular.

## Los programas de ejercicio multimodales

Gianoudis *et al.*<sup>10</sup> recomiendan utilizar los programas de ejercicio multimodal que integran el entrenamiento de fuerza progresivo (EFP),

**Tabla 1. Componentes del entrenamiento de fuerza para mejorar la morfología muscular<sup>12</sup>.**

- Período de entrenamiento: 50-53 semanas.
- Frecuencia: tres sesiones por semana.
- Volumen: dos-tres series por ejercicio, de siete a nueve repeticiones por serie.
- Intensidad: 51 al 69% de la 1RM.
- Reposo: un período de reposo de 120 segundos entre las series y de 2,5 segundos entre las repeticiones.

**Tabla 2. Predictores/factores implicados en la inestabilidad postural durante las actividades dinámicas<sup>19</sup>.**

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad para la generación de la fuerza de los músculos del tobillo.</li> <li>- Debilidad de los flexores, la de los extensores y la de los abductores de la cadera.</li> <li>- Disminución del momento de fuerza y de la potencia de los flexores y los extensores de la rodilla, de los flexores dorsales y de los flexores plantares del tobillo.</li> </ul>
--

el entrenamiento tradicional del levantamiento de peso, y/o el entrenamiento del equilibrio, para disminuir los factores de riesgo a sufrir las caídas y las fracturas y para mejorar las funciones cognitivas en los mayores sanos, o en los que están en riesgo a sufrir la demencia<sup>11</sup>.

La inestabilidad postural interviene de forma notable en el riesgo de caída y entre los predictores o los factores implicados en la inestabilidad postural durante las actividades dinámicas se encuentran los factores que se describen en la Tabla 2<sup>19</sup>.

Joshua *et al.*<sup>19</sup> evaluaron la eficacia de un programa individualizado (EPF) de entrenamiento progresivo de fuerza con sacos de arena para mejorar el equilibrio con varios límites de estabilidad, en los ancianos no frágiles con deterioro del equilibrio, en comparación con el ejercicio de equilibrio tradicional (EET), y una combinación de ambos (COMBI). Con respecto al tiempo, todos los grupos (EPF, EET y COMBI) tuvieron una mejoría significativa en los límites de la estabilidad del equilibrio, durante los 6 meses de duración. Sin embargo, entre los grupos; el EPF tuvo mayores cambios significativos en las puntuaciones que el grupo EET.

Por otra parte, los resultados del trabajo de Beurskens *et al.*<sup>20</sup> sugieren que se pueden utilizar el entrenamiento de fuerza bilateral intenso y el entrenamiento unilateral para mejorar el equilibrio, para aumentar la producción máxima de fuerza isométrica y para mejorar la disminución del rendimiento durante las contracciones musculares bilaterales en las personas mayores.

## El entrenamiento de potencia en las personas mayores

Las caídas que sufren las personas mayores son un importante problema de la salud pública debido a su elevada prevalencia y a las graves consecuencias que producen. Aproximadamente el 95% de todas las fracturas de cadera originadas cada año se atribuye a las caídas, y entre el 20% -30% de los que caen y sufren una fractura de la cadera mueren dentro de 1 año.

La fuerza muscular y la potencia son dos importantes condiciones para el mantenimiento del equilibrio. Por lo tanto, se ha sugerido que la potencia de las extremidades inferiores (el producto de la fuerza muscular por la velocidad) puede ser más influyente que la fuerza al caminar para recuperar el equilibrio y evitar caer, tras una excesiva alteración de la postura. De hecho, las personas que sufren caídas tienen menos potencia muscular en los miembros inferiores que quienes no se caen.

Pamukoff *et al.*<sup>21</sup> aseguran que el entrenamiento de fuerza (EF) es más eficaz que el entrenamiento de potencia (EP) para recuperar el equilibrio con un solo paso, por lo que ellos recomiendan utilizar el EF en el tratamiento del equilibrio en las personas mayores. Un objetivo importante para los mayores es seguir siendo independientes durante la realización de las tareas diarias. Durante el envejecimiento, la potencia muscular disminuye antes y de forma más rápida que la fuerza. La potencia se relaciona más intensamente con el estado funcional que la fuerza<sup>22</sup>. Además de la edad, otras alteraciones como la disminución de la activación neuromuscular voluntaria, producen modificaciones en el sistema nervioso que disminuyen la potencia. Las personas de más de 80 años pueden realizar el ejercicio de fuerza explosiva a una intensidad entre el 75 y el 80% de 1 RM<sup>22</sup>. El ejercicio de fuerza con una intensidad aproximada al 60% de 1 RM, realizado a la máxima velocidad posible, (entre el 33 y el 60% de la velocidad del movimiento máximo sin fuerza), también puede mejorar la potencia<sup>22</sup>.

Según Rajan y Porter<sup>23</sup>, incluso las personas mayores que asisten a programas de rehabilitación son capaces de realizar el entrenamiento de la potencia a grandes velocidades (EP).

## El entrenamiento de fuerza y resistencia (concurrente) en los mayores sanos y en los frágiles

El entrenamiento de fuerza es una intervención efectiva para mejorar la fuerza muscular, la potencia y la masa muscular en los ancianos sanos y frágiles<sup>24</sup>. Por otra parte, el entrenamiento de resistencia produce mejoría del VO<sub>2</sub>max y de la capacidad de resistencia submáxima en estas personas<sup>25</sup>, por lo tanto, una combinación del entrenamiento de fuerza con el de resistencia (entrenamiento concurrente) para las poblaciones de edad avanzada es la forma más eficaz para mejorar la función neuromuscular y cardiorrespiratoria.

El entrenamiento concurrente realizado a una frecuencia moderada (2 veces por semana) puede promover aumentos importantes en la hipertrofia muscular, en la fuerza y en la potencia en los mayores. El entrenamiento de fuerza debe realizarse a intensidad entre moderada y alta (al 60-80% de 1RM) y a volumen moderado (entre 2 y 3 series por ejercicio). Además, el entrenamiento de resistencia se debe practicar a una intensidad entre moderada y alta (entre el 60-85% de VO<sub>2</sub>max) y el volumen debe ser moderado (entre 25 y 40 minutos). Para los protocolos de entrenamiento concurrente, en el que el entrenamiento de fuerza y el de resistencia se hacen en el mismo día, las ganancias de la fuerza y de la resistencia pueden ser optimizadas con la realización del entrenamiento de fuerza antes que el de resistencia, en la secuencia de los ejercicios dentro de la sesión. Además, dos veces por semana puede ser una frecuencia óptima para promover el aumento de la masa muscular y de la fuerza, así como para mejorar la aptitud cardiorrespiratoria en los mayores previamente entrenados con el concurrente.

En lo referente a la mejoría de la capacidad funcional de las personas mayores, la prescripción del entrenamiento concurrente de la fuerza y de la resistencia debería incluir el entrenamiento de fuerza de alta velocidad, diseñado para mejorar la potencia muscular, dado que la potencia muscular se ha asociado con la capacidad funcional en los ancianos.

Además de los efectos positivos del entrenamiento concurrente en la capacidad funcional de las personas mayores sanas, otro de los temas

que deben investigarse más a fondo son los potenciales beneficios de la combinación del entrenamiento de fuerza con el de resistencia en la capacidad funcional de las personas físicamente frágiles, dado que tal intervención mejora el estado físico general de esta población, al mantener la independencia y prevenir la discapacidad y otros resultados adversos.

Sobre la base de los conocimientos actuales, parece que las intervenciones con los ejercicios que incluyen el entrenamiento de resistencia, el de fuerza y el de la potencia muscular deben ser recomendadas a los ancianos frágiles con el fin de mejorar la capacidad funcional. Un hecho importante es que el entrenamiento concurrente realizado en días alternos puede optimizar las adaptaciones del  $O_{2peak}$  (el consumo de oxígeno submáximo) en ambos sexos, hecho posiblemente atribuible a la recuperación prolongada (al menos 24 h) entre las sesiones de entrenamiento posteriores<sup>26</sup>.

Según Beurskens *et al.*<sup>20</sup>, el déficit bilateral (BLD) es un fenómeno neurofisiológico que se caracteriza por una reducción de la capacidad para generar la fuerza durante las contracciones bilaterales sincrónicas, cuando se compara con la suma de las contracciones unilaterales idénticas. El entrenamiento intenso de fuerza-resistencia (concurrente) aumenta el MIF (la producción de la fuerza máxima isométrica) bilateral y reduce el BLD después del entrenamiento, debido a sus características bilaterales, mientras que el entrenamiento del equilibrio aumenta el MIF unilateral y el BLD, debido a su naturaleza predominantemente unilateral en los mayores. Por ello Beurskens *et al.*<sup>20</sup> sugieren que el entrenamiento de fuerza bilateral intenso, así como con las intervenciones del entrenamiento unilateral del ejercicio, para mejorar el equilibrio, se pueden utilizar para aumentar la producción máxima de la fuerza isométrica y para mejorar la disminución del rendimiento durante las contracciones musculares bilaterales en las personas mayores.

## El entrenamiento en circuito

Aparte del entrenamiento convencional de fuerza descrito, las personas mayores se benefician con el entrenamiento en circuito. Como su nombre indica, el circuito no es otra cosa que una serie de estaciones, alrededor de 10, en cada una de las cuales se realiza un determinado tipo de ejercicio.

Por lo general, la intensidad de los ejercicios no suele superar el 50% de 1 RM, aunque algún autor llega al 90%, sin observar alteraciones importantes. En el primer caso, el número de repeticiones es muy elevado, alrededor de 15, lo que supone un trabajo efectivo de unos 30 segundos, el mismo tiempo debe dedicarse al descanso entre cada uno de los ejercicios.

Constituye una obligación ineludible en la organización de las estaciones que, cuando en una de ellas se trabaje un grupo muscular de la parte superior del cuerpo, en la siguiente, deben ser los músculos de la parte inferior los utilizados. Aunque el orden puede y debe ser elegido por el deportista o su entrenador, en la Tabla 3 se presenta una sistemática de entrenamiento en circuito.

Una carga adecuada es la de alrededor del 75% de 1RM que es la originada por la contracción de los propios músculos empleados que se oponen a la de los músculos objetivo. El recorrido completo del circuito

**Tabla 3. Sistemática de entrenamiento en circuito.**

- Músculos del cuello.
- Bíceps braquial izquierdo.
- Tríceps braquial derecho.
- Músculos de la espalda.
- Músculos del antebrazo.
- Cuádriceps crural.
- Deltoides y otros músculos del hombro.
- Músculos de la pantorrilla.
- Pectoral mayor.
- Abdominales.

puede llevarse a cabo una o varias veces (hasta cuatro). En este último caso, es obligado realizar un descanso de 3 a 6 minutos, antes de empezar el siguiente recorrido. La duración de este tipo de circuito puede oscilar entre 20 y 30 minutos al día, y los beneficios que se consiguen con su empleo son numerosos.

Según Skidmore *et al.*<sup>27</sup>, existen tres tipos de entrenamiento de fuerza en circuito: el tradicional (EFT), el entrenamiento de fuerza en circuito aerobio (EFCA) y el entrenamiento de fuerza en circuito combinado con el entrenamiento de intervalos (EFCEI). El EFT posee la capacidad de producir altos niveles de lactato sanguíneo (LS), de la frecuencia cardiaca (FC) y del índice de percepción del ejercicio (IPE), por lo que su uso se puede recomendar a los individuos que hacen actividades recreacionales. Por ello se aconseja que en las sesiones de trabajo se utilicen pautas de recuperación suficientes para disminuir el riesgo de sufrir las lesiones originadas por su utilización o por el exceso de entrenamiento. El EFCEI es una forma de entrenamiento que permite realizar más trabajo en menos tiempo, al tener como objetivo conseguir múltiples componentes de la forma física en una sesión de ejercicio. El lactato sanguíneo (LS) puede ser un buen indicador de la intensidad del ejercicio, cuando se comparan los diferentes protocolos del entrenamiento en circuito. El entrenamiento habitual del EFCEI puede producir aumentos en la fuerza y en la resistencia muscular y mejorar la función cardiovascular.

Según Elsisí *et al.*<sup>28</sup>, el entrenamiento en circuito (EFT) aplicado durante 12 semanas en las mujeres de edad produce efectos beneficiosos al aumentar la densidad y el contenido mineral óseo.

Romero Arenas *et al.*<sup>29</sup> indican que el entrenamiento en circuito de fuerza de alta intensidad produce ganancias en la masa muscular y en la densidad mineral del hueso en las personas mayores. Las mejorías son similares a las observadas con el entrenamiento tradicional de grandes cargas, con la ventaja de que el entrenamiento en circuito con grandes cargas requiere menos tiempo que el entrenamiento de fuerza tradicional. Además, sólo el entrenamiento en circuito con grandes cargas produce mayores adaptaciones en el sistema cardiovascular y en la composición corporal (la disminución de la masa grasa)<sup>29</sup>. Para optimizar la prescripción del entrenamiento en circuito con cargas, parece razonable identificar la combinación más efectiva de la intensidad, el volumen, la ratio del descanso del trabajo, la frecuencia semanal y la secuencia del ejercicio para promover las adaptaciones neuromuscula-

**Tabla 4. Directrices para la realización de entrenamiento en circuito con cargas<sup>29</sup>.**

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar, como mínimo 2 sesiones por semana, al que se podría añadir el entrenamiento de resistencia (andar, trotar, correr, etc.).</li> <li>- El volumen de entrenamiento de cada sesión debe oscilar entre los 30 y los 50 minutos.</li> <li>- La intensidad de la carga, para promover la hipertrofia, puede variar entre el 60-85% de 1 RM. Para desarrollar la potencia, la carga puede ser del 40% de 1RM, realizada a gran velocidad un día a la semana.</li> <li>- El período de descanso entre cada uno de los ejercicios debe ser de 30 segundos.</li> </ul>
---

res, cardiorrespiratorias y las de la composición corporal en los mayores. Estos autores recomiendan la realización del entrenamiento en circuito con cargas según las directrices de la Tabla 4.

### Otros efectos del entrenamiento en circuito

El entrenamiento en circuito (EEC) disminuye la masa grasa, el índice de la masa corporal (IMC), el ácido úrico plasmático, el colesterol total, los triglicéridos, el equilibrio del nitrógeno y aumenta el equivalente metabólico (MET) y la flexibilidad en las mujeres con sobrepeso y en las obesas<sup>30</sup>. De igual forma, se ha observado que un programa de EEC mejora los síntomas de la depresión originada por el infarto cerebral, a través de las modificaciones de los aminoácidos de cadenas ramificadas (isoleucina, leucina y valina) y el triptófano libre<sup>31</sup>.

La administración de suplementos de vitamina D junto con la realización del entrenamiento en circuito durante 12 semanas ejerce efectos positivos sobre los perfiles de los lípidos sanguíneos y la grasa abdominal en las mujeres mayores afectadas de diabetes tipo 2 y deficientes en vitamina D<sup>32</sup>. Según el grupo de Shabani<sup>33</sup>, el entrenamiento en circuito de fuerza mejora los niveles de la hemoglobina glicosilada (HbA1c) en la sangre, por lo que puede ser recomendado para el tratamiento de la diabetes del tipo 2, y Fett *et al.*<sup>30</sup>, indican que la utilización del EEC con el ejercicio aerobio debería tenerse en cuenta a la hora de tratar la obesidad en las mujeres, aunque, para otros autores como Paoli *et al.*<sup>34</sup>, consideran que el entrenamiento en circuito de elevada intensidad es más efectivo para mejorar la presión arterial, las lipoproteínas y los triglicéridos en las mujeres de mediana edad con sobrepeso, que el ejercicio aerobio aislado o el entrenamiento en circuito de baja intensidad.

### Bibliografía

1. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, *et al.* European Working Group on Sarcopenia in Older People. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing*. 2010;39:412-23.
2. Lanza IR, Short DK, Short KR, Raghavakaimal S, Basu R, Joyner MJ, *et al.* Endurance exercise as a countermeasure for aging. *Diabetes*. 2008;57:2933-42.
3. Yang Y, Breen L, Burd NA, Hector AJ, Churchward-Venne TA, Josse AR, *et al.* Resistance exercise enhances myofibrillar protein synthesis with graded intakes of whey protein in older men. *Br J Nutr*. 2012 28;108:1780-8.
4. Deutz NE, Bauer JM, Barazzoni R, Biolo G, Boirie Y, Bony-Westphal A, *et al.* Protein intake and exercise for optimal muscle function with aging: recommendations from the ESPEN Expert Group. *Clin Nutr*. 2014;33:929-36.
5. Boirie Y. Physiopathological mechanism of sarcopenia. *J Nutr Health Aging* 2009;13:717-23.
6. Koopman R, van Loon LJ. Aging, exercise, and muscle protein metabolism. *J Appl Physiol*. 2009;106:2040-8.
7. Aagaard P, Suetta C, Caserotti P, Magnusson SP, Kjaer M. Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: strength training as a countermeasure. *Scand J Med Sci Sports*. 2010;20:49-64.
8. Faulkner JA, Larkin LM, Claffin DR, Brooks SV. Age-related changes in the structure and function of skeletal muscles. *Clin Exp Pharmacol Physiol*. 2007;34:1091-6.
9. Deslandes A. The biological clock keeps ticking, but exercise may turn it back. *Arg Neuropsiquiatr*. 2013;71:113-8.
10. Gianoudis J, Bailey CA, Ebeling PR, Nowson CA, Sanders KM, Hill K, *et al.* Effects of a targeted multimodal exercise program incorporating high-speed power training on falls and fracture risk factors in older adults: a community-based randomized controlled trial. *J Bone Miner Res*. 2014;29:182-91.
11. Gregory MA, Gill DP, Shellington EM, Liu-Ambrose T, Shigematsu R, Zou G, *et al.* Group-based exercise and cognitive-physical training in older adults with self-reported cognitive complaints: The Multiple-Modality, Mind-Motor (M4) study protocol. *BMC Geriatr*. 2016;16:17.
12. Borde R, Hortobágyi T, Granacher U. Dose-response relationships of resistance training in healthy old adults: A systematic review and meta-analysis. *Sports Med*. 2015;45:1693-720.
13. Cruickshank TM, Reyes AR, Ziman MR. A systematic review and meta-analysis of strength training in individuals with multiple sclerosis or Parkinson disease. *Medicine (Baltimore)*. 2015;94:e411.
14. Sato K, Iemitsu M, Matsutani K, Kurihara T, Hamaoka T, Fujita S. Resistance training restores muscle sex steroid hormone steroidogenesis in older men. *FASEB J*. 2014;28:1891-7.
15. Abrahin O, Rodrigues RP, Nascimento VC, Da Silva-Grigoletto ME, Sousa EC, Marçal AC. Single- and multiple-set resistance training improves skeletal and respiratory muscle strength in elderly women. *Clin Interv Aging*. 2014;9:1775-82.
16. Nascimento Dda C, Tibana RA, Benik FM, Fontana KE, Ribeiro Neto F, Santana FS, *et al.* Sustained effect of resistance training on blood pressure and hand grip strength following a detraining period in elderly hypertensive women: a pilot study. *Clin Interv Aging*. 2014;9:219-25.
17. Carneiro NH, Ribeiro AS, Nascimento MA, Gobbo LA, Schoenfeld BJ, Achour Júnior A, *et al.* Effects of different resistance training frequencies on flexibility in older women. *Clin Interv Aging*. 2015;10:531-8.
18. Buttelli AC, Pinto SS, Schoenell MC, Almada BP, Camargo LK, de Oliveira Conceição M, *et al.* Effects of single vs. multiple sets water-based resistance training on maximal dynamic strength in young men. *J Hum Kinet*. 2015;47:169-77.
19. Joshua AM, D'Souza V, Unnikrishnan B, Mithra P, Kamath A, Acharya V, *et al.* Effectiveness of progressive resistance strength training versus traditional balance exercise in improving balance among the elderly - a randomised controlled trial. *J Clin Diagn Res* 2014;8:98-102.
20. Beurskens R, Gollhofer A, Muehlbauer T, Cardinale M, Granacher U. Effects of heavy-resistance strength and balance training on unilateral and bilateral leg strength performance in old adults. *PLoS One*. 2015;10:e0118535.
21. Pamukoff DN, Haakonssen EC, Zaccaria JA, Madigan ML, Miller ME, Marsh AP. The effects of strength and power training on single-step balance recovery in older adults: a preliminary study. *Clin Interv Aging*. 2014;9:697-704.
22. Tschopp M, Sattelmayer MK, Hilfiker R. Is power training or conventional resistance training better for function in elderly persons? A meta-analysis. *Age Ageing*. 2011;40:549-56.
23. Rajan P, Porter MM. Velocity during strength and power training of the ankle plantar and dorsiflexor muscles in older patients attending day hospital rehabilitation. *Rehabil Res Pract*. 2015;2015:586843.
24. Cadore EL, Pinto RS, Bottaro M, Izquierdo M. Strength and endurance training prescription in healthy and frail elderly. *Ageing Dis*. 2014;5:183-95.
25. Grey TM, Spencer MD, Belfry GR, Kowalchuk JM, Paterson DH, Murias JM. Effects of age and long-term endurance training on VO<sub>2</sub> kinetics. *Med Sci Sports Exerc*. 2015;47:289-98.
26. Schumann M, Yli-Peltola K, Abbiss CR, Häkkinen K. Cardiorespiratory adaptations during concurrent aerobic and strength training in men and women. *PLoS One*. 2015;10:e0139279.
27. Skidmore BL, Jones MT, Blegen M, Matthews TD. Acute effects of three different circuit weight training protocols on blood lactate, heart rate, and rating of perceived exertion in recreationally active women. *J Sports Sci Med*. 2012;11:660-8.



28. Elsisi HF, Mousa GS, ElDesoky MT. Electromagnetic field versus circuit weight training on bone mineral density in elderly women. *Clin Interv Aging*. 2015;10:539-47.
29. Romero-Arenas S, Blazevidh AJ, Martínez-Pascual M, Pérez-Gómez J, Luque AJ, López-Román FJ, et al. Effects of high-resistance circuit training in an elderly population. *Exp Gerontol*. 2013;48:334-340.
30. Fett CA, Fett WC, Marchini JS. Circuit weight training vs jogging in metabolic risk factors of overweight/obese women. *Arq Bras Cardiol*. 2009;93:519-25.
31. Baek IH, Lee T, Song M, Goo BO. Effect of circuit class training for eight weeks on changes in ratios of F-Trp/BCAAs and depression in people with poststroke depression. *J Phys Ther Sci*. 2014;26:243-6.
32. Kim HJ, Kang CK, Park H, Lee MG. Effects of vitamin D supplementation and circuit training on indices of obesity and insulin resistance in T2D and vitamin D deficient elderly women. *J Exerc Nutrition Biochem*. 2014;18:249-57.
33. Shabani R, Nazari M, Dalili S, Rad AH. Effect of Circuit Resistance Training on Glycemic Control of Females with Diabetes Type II. *Int J Prev Med*. 2015;6:34.
34. Paoli A, Pacelli QF, Moro T, Marcolin G, Neri M, Battaglia G, et al. Effects of high-intensity circuit training, low-intensity circuit training and endurance training on blood pressure and lipoproteins in middle-aged overweight men. *Lipids Health Dis*. 2013;12:131.

# Analizador Instantáneo de Lactato Lactate Pro 2

arkray  
LT-1730

- Sólo 0,3 µl de sangre
- Determinación en 15 segundos
- Más pequeño que su antecesor
- Calibración automática
- Memoria para 330 determinaciones
- Conexión a PC
- Rango de lectura: 0,5-25,0 mmol/litro
- Conservación de tiras reactivas a temperatura ambiente y
- Caducidad superior a un año



Importador para España:



c/ Lto. Gabriel Miro, 54, ptas. 7 y 9  
46008 Valencia Tel: 963857395  
Móvil: 608848455 Fax: 963840104  
info@bermellelectromedicina.com  
www.bermellelectromedicina.com