

José Andrés Rubio del Peral<sup>1,\*</sup>  
M.ª Sonia Gracia Josa<sup>2</sup>

1. Diplomado en Enfermería, Universidad de Jaén. Máster en Actividad Física y Salud, Universidad Pablo Olavide, Sevilla. Hospital Comarcal de Alcañiz, Teruel. Servicio Aragonés de Salud. Teruel. España.
2. Diplomada en Enfermería, Universidad de Zaragoza. C.S. Alcañiz, Teruel. Servicio Aragonés de Salud. Teruel. España.

\*Autor para correspondencia.  
Correo electrónico: rubiodelperal@gmail.com (J.A. Rubio del Peral).

Recibido el 25 de julio de 2017; aceptado el 14 de noviembre de 2017

## Ejercicios de resistencia en el tratamiento y prevención de la sarcopenia en ancianos. Revisión sistemática

### *Resistance exercises for the treatment and prevention of sarcopenia in the elderly. A systematic review*

#### RESUMEN

**Objetivos:** Conocer los resultados de las últimas investigaciones sobre sarcopenia en el anciano y la prescripción de ejercicios de resistencia como pauta principal en el tratamiento y prevención de dicho síndrome.

**Metodología:** Revisión sistemática sobre el uso de ejercicios de resistencia en el tratamiento y prevención de la sarcopenia. La búsqueda se realizó en MEDLINE, Science Direct, SciELO, Trip Database y Dialnet. Se acotó al periodo 2011-2016. Se incluyeron ensayos clínicos aleatorizados, y para valorar la calidad metodológica de estos se usó la escala PEDro, incluyendo aquellos que presentaban una puntuación igual o superior a 6. **Resultados:** En los 22 trabajos revisados, los ejercicios de resistencia se realizan mediante sesiones de 20 a 60 minutos, 2 a 5 veces por semana, 2-4 series de 8-15 repeticiones y de un modo progresivo. Estos ejercicios de resistencia, solos o en combinación con otros tipos de ejercicios y en algunos casos con diferentes pautas nutricionales, produjeron un aumento de la masa y la fuerza muscular, así como incremento en la síntesis de proteínas musculoesqueléticas y tamaño de la fibra muscular. **Conclusiones:** La realización de ejercicios de resistencia progresiva parece ser la pauta más adecuada para prevenir y tratar la sarcopenia, solos o combinados con otros ejercicios, logrando beneficios sobre la masa, fuerza muscular y funcionalidad en el anciano. La incorporación de proteínas de alto valor biológico a la dieta tiene un efecto sinérgico sobre el tejido muscular.

**PALABRAS CLAVE:** Sarcopenia, envejecimiento, anciano, ejercicio de resistencia, ejercicio físico, fuerza muscular.

#### ABSTRACT

**Objective:** To understand the results of the latest research in sarcopenia in the elderly and the prescription of strengthening exercises as the principal guideline in the treatment and prevention of this syndrome. **Methodology:** A systematic review of the use of resistance exercises in the treatment and prevention of sarcopenia. The sources MEDLINE, Science Direct, SciELO, Trip Database and Dialnet were searched and narrowed for data to between 2011 and 2016. Various clinical studies were included and their methodology was tested by using the PEDro scale, including those that had an overall score of 6 or more.

**Results:** In all 22 revised projects the strengthening exercises were conducted progressively in 20-60 minutes sessions, 2-5 times a week, in 2-4 series of 8-15 repetitions. These resistance exercises, alone or in combination with other types of exercises or nutritional guidelines, resulted in an increase of muscle mass and strength. **Conclusions:** The implementation of these progressive resistance training seems to be the most apt guideline for the prevention and treatment of sarcopenia, alone or in combination with other exercises, resulting in improvements in muscle mass, muscle strength and mobility in the elderly. The incorporation high biological value proteins in the diet appears to have a synergic effect on muscle tissue.

**KEYWORDS:** Sarcopenia, aging, aged, resistance exercise, physical exercise, muscle strength.

#### ■ INTRODUCCIÓN

El envejecimiento es un proceso natural y universal, pero a la par complejo, donde interactúan variables como la genética, el medio ambiente, el estilo de vida y las enfermedades crónicas entre otras, y del modo en cómo lo hagan va a depender en gran medida la forma de envejecer. La vejez está asociada a una pérdida de masa muscular, denominada sarco-

penia, que se inicia en la cuarta década de la vida con una disminución de fuerza de alrededor del 1% al año y que se acelera con el transcurso del tiempo<sup>1</sup>. La sarcopenia es un síndrome que se caracteriza por una pérdida gradual y generalizada de la masa muscular esquelética y de la fuerza, con riesgo de presentar resultados adversos como discapacidad física, calidad de vida deficiente y mortalidad<sup>2</sup>. La sarcopenia contribuye a una disminución de la capacidad funcional e independencia en las

actividades de la vida diaria, y afecta a la calidad de vida de las personas mayores<sup>3</sup>. Existe una clara relación entre la pérdida de masa y potencia muscular y la pérdida de independencia funcional, que contribuye a las caídas, fracturas y necesidad de institucionalización. La sarcopenia no solo va a tener consecuencias en la movilidad, sino que va a tener importantes repercusiones metabólicas, tanto en la regulación de la glucosa como de la masa ósea, del balance de proteínas o del control de la temperatura, entre muchas otras. Todas son, además, características compartidas con el síndrome de fragilidad.

La reducción de la masa y fuerza muscular se atribuye a la disminución de fibras musculares, sobre todo las de tipo II o rápidas<sup>4</sup>. La pérdida de masa muscular relativa es más temprana, se sitúa a la edad de 30 años, mientras que la masa muscular absoluta no comienza a descender hasta los 40-50 años y es mayor en los miembros inferiores que en los superiores y en hombres más que en mujeres<sup>5</sup>.

La definición actual de sarcopenia incluye la pérdida de masa muscular, de fuerza y cambios cualitativos en el tejido muscular<sup>6</sup>. Se considera que están implicados en dicha pérdida una amplia variedad de procesos como la alteración en la síntesis y degradación de proteínas, la inflamación, las alteraciones hormonales y la disfunción mitocondrial<sup>7</sup>.

La prevalencia de la sarcopenia va a depender de la definición y de las técnicas utilizadas en su diagnóstico. Esta afecta al 20% de los varones entre 70 y 75 años, al 50% de los de más de 80 años y entre el 25% y el 40% de las mujeres, en las mismas franjas de edad<sup>8</sup>. A estos datos tan abrumadores y la situación de discapacidad, enfermedad y dependencia que genera, se les suma el “Informe Mundial sobre el envejecimiento y salud”, de la Organización Mundial de la Salud (OMS), publicado en septiembre de 2015, donde indica que la población mundial está envejeciendo a pasos acelerados, y que entre el año 2000 y el 2050 la proporción de personas mayores de 60 años se va a duplicar y pasará del 11% al 22%. En España, los datos son aún más preocupantes, ya que está sufriendo un crecimiento de envejecimiento demográfico más rápido que el resto de los países de la comunidad europea. Las previsiones futuras señalan que en el 2050 habrá 16 millones de personas mayores, que corresponden a un 30% de la población total<sup>9</sup>. El estilo de vida, los hábitos alimentarios, la actividad física y la presencia de enfermedades son factores que determinan su evolución. De este modo, la sarcopenia se va a ver agravada por la actividad física reducida, con una disminución de la función general que conduce a la fragilidad.

Sin duda, el ejercicio físico es el pilar fundamental tanto en la prevención como en el tratamiento de la sarcopenia. El ejercicio físico es la mejor opción terapéutica contra la sarcopenia, dado que este favorece el aumento de la masa y la función muscular<sup>10</sup>. Además, se ha comprobado que el ejercicio es significativamente superior a todas las intervenciones conocidas nutricionales y hormonales para estabilizar, aliviar y revertir la sarcopenia. La velocidad de reducción de la potencia muscular va a depender de diversos factores; el más importante, la actividad física. La sarcopenia empeora con el desuso del músculo y la inactividad produce una mayor y más rápida pérdida de masa muscular. Sin embargo, incluso los atletas veteranos desarrollan sarcopenia, lo que sugiere que esta entidad no se puede prevenir completamente solo con la actividad física. Pero es evidente que el estilo de vida sedentario típico de los países occidentales, que afecta a todas las edades, pero especialmente a los ancianos, hace que la inactividad acelere la pérdida de masa muscular<sup>11</sup>.

Para la prevención o tratamiento de la sarcopenia, no es suficiente con la actividad física, sino que se requiere un programa estructurado de ejercicio físico mantenido. Existen cuatro modalidades de ejercicio físico que puede ser beneficioso para los ancianos: ejercicios de resistencia o potenciación muscular, aeróbicos, de equilibrio y de flexibilidad o elasticidad. En relación con la sarcopenia, no existe un tipo de ejercicio

específico, todos parecen tener alguna utilidad, aunque los más beneficiosos son los de resistencia o potenciación muscular<sup>11</sup>.

## ■ OBJETIVO

Conocer los resultados de las últimas investigaciones sobre sarcopenia en el anciano y la prescripción de ejercicios de resistencia como pauta principal en el tratamiento o prevención de dicho síndrome.

## ■ METODOLOGÍA

Para la realización de la presente revisión sistemática se consultaron publicaciones científicas indizadas en las siguientes bases de datos: MEDLINE a través de su buscador PubMed, Science Direct, SciELO, Trip Database y Dialnet, mediante la combinación de los descriptores del *Medical Subjects Headings* (MeSH) referentes a “sarcopenia”, “older people”, “aged”, “physical exercise”, “physical activity”, “resistance exercise”, “muscle mass” y “muscle strength” y sus equivalentes en español: “sarcopenia”, “persona mayor”, “anciano”, “ejercicio físico”, “actividad física”, “ejercicio de resistencia”, “masa muscular” y “fuerza muscular”.

Para valorar la calidad metodológica de los ensayos clínicos aleatorizados sometidos a estudio usamos la escala PEDro y solo incluimos aquellos que presentaban una puntuación igual o superior a 6.

La búsqueda se acotó a las publicaciones comprendidas entre los años 2011 y 2016, aunque para la elaboración de los antecedentes y la contextualización del problema no se acotaron las fechas, y se buscaron siempre publicaciones de calidad y de referencia en la sarcopenia. Se buscaron ensayos clínicos controlados aleatorizados y revisiones sistemáticas. A través de los ensayos clínicos aleatorizados obtuvimos pautas de entrenamiento de resistencia para el tratamiento y prevención de la sarcopenia en los ancianos, mientras que con las revisiones sistemáticas pudimos obtener una visión amplia del síndrome y poder así contextualizarlo.

Las publicaciones fueron seleccionadas a partir del título y el resumen, y se obtuvo el texto completo para un análisis más detallado. La fecha de la última actualización de la búsqueda se realizó en diciembre de 2016.

### Criterios de inclusión

- Ensayos clínicos aleatorizados publicados en revistas indizadas de bases de datos internacionales, sujetas a revisión por pares y con acceso al texto completo.
- Publicaciones realizadas desde el año 2011 hasta septiembre de 2016.
- Debían ser sobre ancianos.
- Publicados en inglés o español.
- Debían incluir ejercicios de resistencia como pauta principal del tratamiento de ejercicio físico.
- La información sobre las diferentes intervenciones tenía que ser detallada.

### Criterios de exclusión

- Documentos de interés que no basaran su estudio en personas mayores.
- Publicaciones realizadas antes del año 2011.
- No se incluyeron citas, actas de congresos, cartas al director o editoriales.

- Artículos donde los ejercicios de resistencia no eran el componente principal de la pauta de ejercicio físico.

Para recoger los datos se usó un protocolo personalizado donde se registraron datos generales de la publicación, tipo de publicación, base de datos usada, descriptores del ámbito de estudio, edad de la población, duración del estudio, resumen, metodología utilizada, resultados obtenidos, puntuación PEDro y referencias bibliográficas.

**■ RESULTADOS**

Encontramos 22 artículos sobre el ejercicio de resistencia y el síndrome de sarcopenia en el adulto mayor que cumplían los criterios de inclusión. De estos, 11 hacían referencia a los ejercicios de resistencia progresiva, 1 a ejercicios de resistencia de alta intensidad, 3 a intervenciones donde se combinaban ejercicios aeróbicos y de resistencia, 2 a la combinación de ejercicios de resistencia progresiva y de equilibrio, 4 a la combinación de ejercicios de resistencia progresiva, aeróbicos y de equilibrio y 1 a la combinación de ejercicios de resistencia y pliométricos (tabla 1).

En los trabajos revisados encontramos que los ejercicios de resistencia se realizan mediante sesiones de entre 20 y 60 minutos, con una periodicidad de 2-5 veces por semana, 2-4 series de 8-15 repeticiones y con intensidad progresiva. Estos ejercicios de resistencia, solos o en combinación con ejercicios aeróbicos, flexibilidad, equilibrio y pliométricos y en algunos casos diferentes pautas nutricionales, produjeron un aumento de la masa y la fuerza muscular, así como incremento en la síntesis de proteínas musculoesqueléticas y tamaño de la fibra muscular.

**Ejercicios de resistencia**

Consisten en la realización de contracciones dinámicas o estáticas contra una resistencia; como por ejemplo levantando pesas, mediante máquinas de resistencia o utilizando bandas elásticas. Estos ejercicios de resistencia van a aumentar el contenido en mioglobina muscular entre el 75% y el 80%, lo que favorece el almacenamiento de oxígeno, incrementa el número y tamaño de las mitocondrias y aumenta las enzimas oxidativas. Todos estos cambios que se llevan a cabo en el músculo, junto con las adaptaciones en el sistema de transporte de oxígeno, producen un funcionamiento más intenso del sistema oxidativo y una mejoría en la capacidad de resistencia. Además, este tipo de ejercicio no solo aumenta la masa y potencia muscular, sino que mejora otros aspectos como el equilibrio, la capacidad aeróbica, la flexibilidad y otras limitaciones funcionales<sup>11</sup>. Este entrenamiento es importante en los adultos mayores, pero para aprovechar su beneficio es necesario tener en cuenta la relación entre intensidad y duración. El entrenamiento de fuerza parece ser relativamente seguro, incluso en los participantes con múltiples comorbilidades<sup>12</sup>, y probablemente constituye por sí mismo la medida preventiva más eficaz para retrasar la aparición de sarcopenia y/o fragilidad e incluso para combatirlas cuando ya han aparecido<sup>11,13</sup>.

Las señalizaciones celulares asociadas a la sarcopenia pueden verse detenidas, e incluso superadas, por las señalizaciones celulares a favor de la hipertrofia, gracias al entrenamiento de fuerza. Además del incremento de la masa muscular, el entrenamiento neuromuscular de alta velocidad estimulará las fibras tipo II atrofiadas en el anciano aumentando la funcionalidad de este<sup>14</sup>. El ejercicio de resistencia va a inducir la secreción de hormonas androgénicas y anabólicas, que incrementarán la masa muscular. Pese a que la respuesta es menor en personas de edad avanzada, el entrenamiento neuromuscular desencadena su liberación, obteniendo

**Tabla 1.** Autores de los ensayos clínicos sobre ejercicios de resistencia y sarcopenia

| Intervención en sarcopenia y ejercicio de resistencia      | Autores   |
|--|---|
| Ejercicios de resistencia progresiva (ERP)                 | Candow y cols. (2015)<br>Unciti y cols. (2012)<br>Reid y cols. (2014)<br>Fragala y cols. (2014)<br>de Souza Vasconcelos y cols. (2013)<br>González y cols. (2014)<br>Scanlon y cols. (2014)<br>Chalé y cols. (2012)<br>Stout y cols. (2013)<br>Deutz y cols. (2013)<br>Alves y cols. (2013) |
| Ejercicios de resistencia de alta intensidad (ERAI)        | Villanueva, Lane y Schroeder (2015)   |
| Ejercicios de resistencia (ER) y ejercicios aeróbicos (EA) | Bjorkman y cols. (2013)<br>Verreijen y cols. (2015)<br>Berton y cols. (2015)  |
| ERP, EA y ejercicio de equilibrio (EE)                     | Rondanelli y cols. (2016)<br>Daly y cols. (2015)<br>Liu y cols. (2014)<br>Dirks y cols. (2014)  |
| ERP y EE   | Hsu, Hsu, Lin y Fan (2015)<br>Cadore y cols. (2014)   |
| ER y pliométricos  | Watanabe y cols. (2015)   |

efectos biológicos sobre el sistema neuromuscular<sup>15</sup>. El músculo puede segregar citocinas específicas o miocinas que pueden ejercer una gran influencia sobre los estados proinflamatorios (valores altos de interleucina 1, interleucina 6, proteína C reactiva, factor de necrosis tumoral  $\alpha$ ) al reducir dichos estados y mejorar el estado de salud<sup>16</sup>. El entrenamiento de fuerza reduce la expresión de los genes que codifican las proteínas proteolíticas e incrementa la producción de enzimas antioxidantes<sup>10</sup>. La mayoría de los estudios muestran un aumento del contenido mitocondrial, de las actividades de las enzimas mitocondriales y de la capacidad oxidativa del músculo como resultado del ejercicio anaeróbico.

Los factores genéticos, el estado de la condición física, la edad de los participantes y las modalidades de ejercicio aplicado se deben tomar en cuenta al evaluar el impacto de la intervención de ejercicios sobre la respuesta adaptativa del músculo esquelético<sup>10</sup>.

Según el American College of Sports Medicine, estos ejercicios se deben realizar 2-3 días por semana, en 1-3 series de 8-12 repeticiones cada una, que incluyan los 8-10 grupos musculares mayores, con una intensidad del 70-80% de la potencia máxima que pueda realizarse con ese grupo muscular y con un descanso de un minuto entre las series<sup>17</sup>. Los ejercicios deben realizarse lentamente y aumentando en intensidad de manera progresiva para así evitar lesiones. En pacientes muy debilitados u hospitalizados se pueden usar pesas en los tobillos para trabajar los cuádriceps y los flexores de la cadera para recuperar o mantener o incluso mejorar la capacidad de andar. La intensidad debe ser progresiva, y debe incrementarse a medida que la fuerza aumenta. Esta intensidad se prescribe generalmente en función del porcentaje de peso máximo que se puede levantar una sola vez (1 RM: una repetición máxima). El objetivo es determinar el peso necesario para completar una serie de 8 a

15 repeticiones y que lleve al grupo muscular al cansancio. Este entrenamiento es importante en los ancianos y tiene grandes efectos anabólicos. Los incrementos de fuerza inducidos por el entrenamiento se asocian principalmente en las primeras semanas de entrenamiento a una adaptación en el sistema nervioso, ya sea por un aumento en la activación de la musculatura agonista o bien por cambios en los patrones de activación de la musculatura antagonista. Sin embargo, a partir de la semana 6-7 la hipertrofia muscular es un hecho evidente, aunque los cambios en los tipos de proteínas, tipos de fibras y síntesis de proteínas ocurran antes<sup>16</sup>. El ejercicio de fuerza de alta intensidad (60-80% de 1 RM) es el que ha demostrado mejorar y/o conservar la fuerza y el tamaño muscular, frente al ejercicio de baja intensidad que parece ser poco efectivo<sup>18</sup>. Si el entrenamiento de resistencia es de alta intensidad, produce un aumento en la fuerza del 107-227%, aumento en el área muscular en un 11% y aumento de las fibras tipo I y II (34 y 28%, respectivamente). Además, se ha observado disminución de la grasa corporal, incremento de la densidad ósea, mejora en la utilización de glucosa y discreta mejoría en el consumo de oxígeno<sup>18</sup>.

La mayor parte de las publicaciones encontradas apuntan a que los ejercicios de resistencia progresiva (ERP) son los que mejores resultados producen en el mantenimiento y ganancia de masa y fuerza muscular<sup>3,12,19-27</sup>. Reid y cols.<sup>3</sup> comprobaron en 52 ancianos con una media de edad de 78 años, que el ERP de alta velocidad con baja resistencia externa (40% de 1 RM) produce mejoras similares en la fuerza muscular y el rendimiento físico en comparación con el entrenamiento con alta resistencia externa (70% de 1 RM) en ancianos con movilidad limitada. González y cols. (2014) propusieron una intervención de 6 semanas de ERP sobre adultos mayores sin entrenamiento, con una media de edad de 71,1 años, trabajando diversos grupos musculares en dos clases semanales de 60 minutos, con un calentamiento dinámico, 2 series de 7-8 ejercicios, 8-15 repeticiones y realizado con intensidad leve que iría aumentando paulatinamente. Con estos ejercicios no solo consiguieron aumentar la fuerza de todos los grupos musculares, sino que además aumentó el equilibrio estático en un 42,1%. Scanlon y cols.<sup>23</sup> en su estudio de 6 semanas realizado sobre 26 individuos mayores de 60 años y con la pauta de ERP de 2 clases semanales de 60 minutos, trabajo de diferentes grupos musculares, 2-4 series de 8-12 repeticiones de 6-10 ejercicios de intensidad submáxima (70-85% de 1 RM) consiguieron un aumento de la fuerza muscular del 32% y de la calidad muscular del 31%. Además, el vasto lateral aumentó un 7,4%. Los autores inciden en que los cambios en la morfología muscular asociados al ERP se asocian con aumentos en la fuerza muscular, más que cualquier otra medida. Villanueva y cols.<sup>28</sup> realizaron una intervención de 8 semanas sobre 22 adultos mayores varones con ejercicios de fuerza de alta intensidad y periodos cortos de descanso entre series. Los autores afirmaron que esta modalidad de ejercicio induce mejoras en la composición corporal y en el rendimiento muscular y funcional, en comparación con el mismo tipo de ejercicio, pero sin periodos de descanso entre series. Resultados similares en cuanto a ganancia de fuerza muscular y funcionalidad podemos encontrarlos en el metaanálisis realizado por Csapo y Alegre<sup>29</sup>, donde incluían 15 estudios y 448 sujetos con una edad media de 67,8 años, pero donde comparaban la ganancia de fuerza mediante la realización de ejercicios de resistencia con cargas ligeras/moderadas y con resistencia elevada. Si bien los logros en fuerza eran mayores con los ejercicios de alta intensidad, si con los ejercicios de moderada-baja intensidad se realizan las repeticiones suficientes se podrían conseguir resultados similares.

Los ERP podemos encontrarlos combinados con otro tipo de ejercicios, como los ejercicios de equilibrio (EE)<sup>30,31</sup>, ejercicios aeróbicos

(EA)<sup>32-34</sup> o pliométricos<sup>35</sup>. Cadore y cols.<sup>31</sup> realizaron un estudio de 12 semanas a ancianos mayores de 90 años, donde además del ERP adaptado a la edad de los participantes (20 minutos al 40-60% de 1 RM) introdujeron en las sesiones 10 minutos de EE y de reentrenamiento de la marcha. Además de las ganancias en fuerza, potencia y aumento de la sección transversal muscular, consiguieron mejoras en la funcionalidad y una reducción en la incidencia de caídas. Verreijen y cols.<sup>33</sup> en una intervención de 13 semanas sobre ancianos obesos combinan sesiones de 60 minutos de ERP, 3 veces por semana, donde se incluyen 3 series de 20 repeticiones de 10 ejercicios de diferentes grupos musculares y 10 minutos de calentamiento aeróbico en bicicleta estática. Ambos ejercicios más una dieta hipocalórica y suplementos de proteínas y vitamina D parece ser eficaz en reducir el riesgo de padecer sarcopenia. También podemos encontrar los ERP junto a EE y EA, convirtiéndose en un ejercicio multicomponente<sup>35-38</sup>. Liu y cols.<sup>37</sup> implementaron una pauta de ejercicios de fuerza, aeróbicos, flexibilidad y equilibrio a un grupo de 177 ancianos, con una edad media de 80 años, en alto riesgo de discapacidad, durante un periodo de 12-18 meses. Estos ejercicios se hacían 2-3 veces por semana, a una intensidad moderada y con 5-10 minutos de estiramientos. Los resultados de dicho estudio demuestran que es posible mejorar la condición física en el anciano sarcopénico, con una pauta adecuada de ejercicio físico.

Los ejercicios de flexibilidad no han demostrado cambios significativos en el volumen de la fuerza y masa muscular, pero son imprescindibles para el calentamiento muscular previo al ejercicio de fuerza y/o aeróbico y para el enfriamiento posterior<sup>23,31,37</sup>.

En 11 de los 22 estudios, los ERP se encontraban asociados a algún aspecto nutricional<sup>19,24-27,32-38</sup>, y las modalidades de combinación son diversas. Hemos encontrado combinaciones de ERP con creatina<sup>19,27</sup>, proteínas<sup>24</sup> o  $\beta$ -hidroxi- $\beta$ -metilbutirato (HMB)<sup>25,26</sup>, compuesto procedente del metabolismo del aminoácido leucina. Combinaciones de ERP, EA y EE con proteínas en general<sup>36,38</sup> o con proteínas, leucina y vitamina D<sup>39</sup> y combinaciones EA y ER con proteínas y vitamina D<sup>32,33</sup> o con HMB<sup>34</sup>.

Las combinaciones de actividad física y nutrición parecen las intervenciones más adecuadas y las que arrojan mejores resultados en el tratamiento y prevención de la sarcopenia, ya que la presencia de ambas logra efectos sinérgicos sobre el músculo.

## ■ CONCLUSIONES

1. En el enfoque terapéutico de la sarcopenia es fundamental la realización de actividad física y más concretamente de ejercicios de resistencia progresiva. La incorporación de proteínas de alto valor biológico a la dieta tiene un efecto sinérgico sobre el tejido muscular. Los ERP son los que mayores beneficios tienen sobre la masa, fuerza muscular y funcionalidad en el anciano. Una sesión de ejercicio físico en el anciano que además de los ERP incluya ejercicios de equilibrio, flexibilidad y aeróbicos parece la mejor opción terapéutica.
2. Un estado muscular óptimo en el anciano puede evitar que este se convierta en un anciano frágil y como consecuencia tenga mayor riesgo de caídas, pérdida de la funcionalidad y mayores niveles de dependencia en sus actividades de la vida diaria ■

### Conflicto de intereses

No existe relación financiera o personal que pudiera dar lugar a un conflicto de intereses de alguno de los autores en relación con el artículo publicado.

## BIBLIOGRAFÍA

- Doherty T. Invited review: Aging and sarcopenia. *J Appl Physiol*. 2003;95(4):1717-27.
- Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing*. 2010;39(4):412-23.
- Reid KF, Martin KI, Doros G, Clark DJ, Hau C, Patten C, et al. Comparative effects of light or heavy resistance power training for improving lower extremity power and physical performance in mobility-limited older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2014;70(3):372-8.
- Zeng P, Han Y, Pang J, Wu S, Gong H, Zhu J, et al. Sarcopenia-related features and factors associated with lower muscle strength and physical performance in older Chinese: a cross sectional study. *BMC Geriatr*. 2016;16(1):45.
- Visser M, Kritchevsky S, Goodpaster B, Newman A, Nevitt M, Stamm E, et al. Leg muscle mass and composition in relation to lower extremity performance in men and women aged 70 to 79: the health, aging and body composition study. *J Am Geriatr Soc*. 2002;50(5):897-904.
- Rolland Y, Czerwinski S, Van Kan GA, Morley JE, Cesari M, Onder G, et al. Sarcopenia: its assessment, etiology, pathogenesis, consequences and future perspectives. *J Nutr Health Aging*. 2008;12(7):433-50.
- Ji L, Gomez-Cabrera M, Vina J. Role of free radicals and antioxidant signaling in skeletal muscle health and pathology. *Infect Disord Drug Targets*. 2009;9(4):428-44.
- Baumgartner R, Koehler K, Gallagher D, Romero L, Heymsfield S, Ross R, et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol*. 1998;147(8):755-63.
- Abades Porcel M, Rayón Valpuesta E. El envejecimiento en España: ¿un reto o problema social? *Gerokomos*. 2012;23(4):151-5.
- Mata-Ordóñez F, Chulvi-Medrano I, Heredia-Elvar JR, Moral-González S, Marcos-Becerro JF, Da Silva-Grigolotto ME. Sarcopenia and resistance training: actual evidence. *J Sport Health Res*. 2013;5(1):7-24.
- Cruz-Jentoft AJ, Triana FC, Gómez-Cabrera MC, López-Soto A, Masanés F, Martín PM, et al. La eclosión de la sarcopenia: Informe preliminar del Observatorio de la Sarcopenia de la Sociedad Española de Geriatria y Gerontología. *Rev Esp Geriatr Gerontol*. 2011;46(2):100-10.
- Unciti SG, Hernández JA, Izquierdo M, Gorostiaga EM, Grijalba AM, Santos JI. Effect of resistance training and hypocaloric diets with different protein content on body composition and lipid profile in hypercholesterolemic obese woman. *Nutrición Hospitalaria*. 2012;27(5):1511-20.
- Padilla CJ, Sánchez P, Cuevas MJ. Beneficios del entrenamiento de fuerza para la prevención y tratamiento de la sarcopenia. *Nutrición Hospitalaria*. 2014;29(5):979-88.
- Granacher U, Gollhofer A, Hortobágyi T, Kressig R, Muehlbauer T. The importance of trunk muscle strength for balance, functional performance, and fall prevention in seniors: a systematic review. *Sports Med*. 2013;43(7):627-41.
- Malafarina V, Úriz-Otano F, Iniesta R, Gil-Guerrero L. Sarcopenia in the elderly: diagnosis, pathophysiology and treatment. *Maturitas*. 2012;71(2):109-14.
- Pedersen B. Muscles and their myokines. *J Exp Biol*. 2011;214(2):337-46.
- American College of Sports Medicine, Chodzko-Zajko W, Proctor D, Fiatarone Singh M, Minson C, Nigg C, Salem G, et al. Exercise and Physical Activity for Older Adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(7):1510-30.
- Palop MV, Montilla JA, Aguilera EL, Checa MA. Intervención en la sarcopenia con entrenamiento de resistencia progresiva y suplementos nutricionales proteicos. *Nutrición Hospitalaria*. 2015;31(4):1481-90.
- Candow D, Vogt E, Johannsmeyer S, Forbes S, Farthing J. Strategic creatine supplementation and resistance training in healthy older adults. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2015;40(7):689-94.
- Fragala M, Fukuda D, Stout J, Townsend J, Emerson N, Boone C, et al. Muscle quality index improves with resistance exercise training in older adults. *Exp Gerontol*. 2014;53:1-6.
- de Souza Vasconcelos K, Dias J, de Araújo M, Pinheiro A, Maia M, Dias R. Land-based versus aquatic resistance therapeutic exercises for older women with sarcopenic obesity: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2013;14(1):296.
- Gonzalez A, Mangine G, Fragala M, Stout J, Beyer K, Bohner J, et al. Resistance training improves single leg stance performance in older adults. *Aging Clin Exp Res*. 2014;26(1):89-92.
- Scanlon T, Fragala M, Stout J, Emerson N, Beyer K, Oliveira L, et al. Muscle architecture and strength: Adaptations to short-term resistance training in older adults. *Muscle Nerve*. 2014;49(4):584-92.
- Chalé A, Cloutier G, Hau C, Phillips E, Dallal G, Fielding R. Efficacy of whey protein supplementation on resistance exercise-induced changes in lean mass, muscle strength, and physical function in mobility-limited older Adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2013;68(6):682-90.
- Stout J, Smith-Ryan A, Fukuda D, Kendall K, Moon J, Hoffman J, et al. Effect of calcium  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate (CaHMB) with and without resistance training in men and women 65+years: A randomized, double-blind pilot trial. *Exp Gerontol*. 2013;48(11):1303-10.
- Deutz N, Pereira S, Hays N, Oliver J, Edens N, Evans C, et al. Effect of  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate (HMB) on lean body mass during 10 days of bed rest in older adults. *Clin Nutr*. 2013;32(5):704-12.
- Alves C, Mereço Filho C, Benatti F, Brucki S, Pereira R, de Sá Pinto A, et al. Creatine supplementation associated or not with strength training upon emotional and cognitive measures in older women: a randomized double-blind study. *PLoS ONE*. 2013;8(10):e76301.
- Villanueva M, Lane C, Schroeder E. Short rest interval lengths between sets optimally enhance body composition and performance with 8 weeks of strength resistance training in older men. *Eur J Applied Physiol*. 2015;115(2):295-308.
- Csapo R, Alegre L. Effects of resistance training with moderate vs heavy loads on muscle mass and strength in the elderly: A meta-analysis. *Scan J Med Sci Sports*. 2016;26(9):995-1006.
- Hsu W, Hsu R, Lin Z, Fan C. Effects of circuit exercise and Tai Chi on body composition in middle-aged and older women. *Geriatr Gerontol Int*. 2015;15(3):282-8.
- Cadore E, Casas-Herrero A, Zambom-Ferraresi F, Idoate F, Millor N, Gómez M, et al. Multicomponent exercises including muscle power training enhance muscle mass, power output, and functional outcomes in institutionalized frail nonagenarians. *Age (Dordr)*. 2014;36(2):773-85.
- Bjorkman M, Suominen M, Pitkälä K, Finne-Soveri H, Tilvis R. Porvoo sarcopenia and nutrition trial: effects of protein supplementation on functional performance in home-dwelling sarcopenic older people - study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2013;14(1):387.
- Verreijen A, Verlaan S, Engberink M, Swinkels S, de Vogel-van den Bosch J, Weijs P. A high whey protein-, leucine-, and vitamin D-enriched supplement preserves muscle mass during intentional weight loss in obese older adults: a double-blind randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr*. 2015;101(2):279-86.
- Berton L, Bano G, Carraro S, Veronese N, Pizzato S, Bolzetta F, et al. Effect of Oral Beta-Hydroxy-Beta-Methylbutyrate (HMB) Supplementation on Physical Performance in Healthy Old Women Over 65 Years: An Open Label Randomized Controlled Trial. *PLOS ONE*. 2015;10(11):e0141757.
- Rondanelli M, Klersy C, Terracol G, Talluri J, Maugeri R, Guido D, et al. Whey protein, amino acids, and vitamin D supplementation with physical activity increases fat-free mass and strength, functionality, and quality of life and decreases inflammation in sarcopenic elderly. *Am J Clin Nutr*. 2016;103(3):830-40.
- Daly R, Gianoudis J, Prosser M, Kidgell D, Ellis K, O'Connell S, et al. The effects of a protein enriched diet with lean red meat combined with a multi-modal exercise program on muscle and cognitive health and function in older adults: study protocol for a randomised controlled trial. *Trials*. 2015;16(1):339.
- Liu C, Leng X, Hsu F, Kritchevsky S, Ding J, Earnest C, et al. The impact of sarcopenia on a physical activity intervention: The lifestyle interventions and independence for elders pilot study (LIFE-P). *J Nutr Health Aging*. 2014;18(1):59-64.
- Dirks M, Wall B, Nilwik R, Weerts D, Verdijk L, van Loon L. Skeletal muscle disuse atrophy is not attenuated by dietary protein supplementation in healthy older men. *J Nutr*. 2014;144(8):1196-203.
- Watanabe Y, Tanimoto M, Oba N, Sanada K, Miyachi M, Ishii N. Effect of resistance training using bodyweight in the elderly: Comparison of resistance exercise movement between slow and normal speed movement. *Geriatr Gerontol Int*. 2015;15(12):1270-7.