

# **EFFECTOS DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA Y LA SUPLEMENTACIÓN EN LA SARCOPENIA EN ADULTOS MAYORES**

**Grado en Ciencias de la Actividad Física y  
el Deporte**

**FACULTAD CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA  
Y EL DEPORTE**



Realizado por: Jorge Salvador Ximénez de Embún Zazo

Grupo TFG: M41

Año Académico: 2021-2022

Tutor/a: Valentín Emilio Fernández Elías

Área: Revisión bibliográfica



## RESUMEN

La sarcopenia es la pérdida de masa muscular relacionada con la edad, que afecta a un 37% de la población adulta en España.

El objetivo de esta revisión es analizar que estrategia o estrategias de ejercicio y suplementación es/son más eficaces para aplicar en adultos mayores con sarcopenia. Con este fin, se realizó una revisión del estado actual de investigación en las bases de datos: MEDLINE Complete y Rehabilitation % Sports Medicine Source. Se utilizaron 19 artículos y se analizaron y discutieron 15 de ellos, que cumplieran con los criterios de selección.

En los resultados se vio que aumentó la velocidad de marcha y fuerza de agarre significativamente en los grupos de suplementación combinados con ejercicio físico y en los grupos de ejercicio físico sólo, siendo más efectivo el grupo combinado que el de ejercicio físico sólo. Comparado con el grupo de sólo suplementos, el aumento de masa muscular fue significativamente más grande en los grupos de suplementación combinados con ejercicio físico de fuerza y en los grupos de ejercicio de fuerza sólo, con mejoras significativas en la fuerza de extensión de rodilla y la masa muscular del tren inferior. La fuerza aumentó en los grupos de ejercicio sólo y ejercicio combinado con suplementos.

Además, se observó un mayor incremento de fuerza en el grupo de suplementación combinada con ejercicio físico que ejercicio físico sólo.

También se dieron cuenta de que los diferentes métodos de entrenamiento utilizados y los distintos suplementos fueron eficaces.

Se concluye que el ejercicio físico de fuerza combinado con suplementación deportiva ayuda a aumentar la masa muscular, la fuerza y la calidad de vida en adultos mayores que padecen sarcopenia. Todos los estudios revisados llegan a la misma conclusión. Además, los diferentes tipos de entrenamiento de fuerza y suplementación fueron eficaces y obtuvieron resultados significativos.

**PALABRAS CLAVES:** sarcopenia; ejercicio físico; entrenamiento de fuerza; suplementación deportiva.



en adultos mayores

## **ABSTRACT**

Sarcopenia is the age-related loss of muscle mass, which affects 37% of the adult population in Spain.

The aim of this review is to analyze which exercise and supplementation strategy or strategies is/are most effective to apply in older adults with sarcopenia. To this end, a review of the current state of research was carried out in the following databases: MEDLINE Complete and Rehabilitation % Sports Medicine Source. Nineteen articles were used and 15 of them, which met the selection criteria, were analyzed and discussed.

The results showed that gait speed and grip strength increased significantly in the supplementation groups combined with physical exercise and in the physical exercise only groups, with the combined group being more effective than the physical exercise only group. Compared with the supplementation-only group, muscle mass gains were significantly greater in the supplementation combined with strength physical exercise and in the strength exercise-only groups, with significant improvements in knee extension strength and lower body muscle mass. Strength increased in the exercise only and exercise combined with supplementation groups.

In addition, a greater increase in strength was observed in the supplementation combined with physical exercise group than physical exercise alone.

They also found that the different training methods used and the different supplements were effective.

To conclude, strength training combined with sports supplementation helps to increase muscle mass, strength and quality of life in older adults suffering from sarcopenia. All the studies reviewed reach the same conclusion. In addition, the different types of strength training and supplementation were effective and achieved significant results.

**KEY WORDS:** sarcopenia; physical exercise; strength training; sports supplementation.

## Índice

1. Introducción .....	5
2. Objetivos.....	8
3. Metodología.....	8
3.1. Diseño.....	8
3.2. Estrategia de búsqueda .....	8
3.3. Criterios de selección.....	9
3.4. Diagrama de flujo .....	10
4. Resultados.....	11
4.1. Cuadro resumen artículos empleados .....	11
4.2. Resumen artículos empleados.....	20
5. Discusión.....	31
6. Futuras líneas de investigación .....	35
7. Conclusiones .....	36
8. Referencias bibliográficas.....	37

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Diagrama de flujo. Elaboración propia.....	10
---	----

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Cuadro resumen de artículos seleccionados. ....	11
---	----

en adultos mayores

## 1. Introducción

La sarcopenia es un término que viene del griego y que significa pobreza de carne. Es un término distinto de la pérdida de músculo (caquexia) causada por una enfermedad inflamatoria o de la pérdida de peso y el consiguiente desgaste muscular causados por la extrema debilidad física causada por la falta de alimento o por una enfermedad avanzada. (Roubenoff, 2001). La sarcopenia es la pérdida de masa y fuerza muscular que se produce con el envejecimiento normal. Dado que no es el resultado de una enfermedad, se observa en casi todos los adultos de edad avanzada. Esto hace, según Roubenoff (2001), que aumente notablemente el riesgo de discapacidad y de pérdida de capacidad funcional en los ancianos.

Por otro lado, Chen et al., (2021) también definen la sarcopenia como la pérdida de masa muscular esquelética relacionada con la edad y causa una disminución de la fuerza muscular y del rendimiento físico. Este término cada vez va cogiendo más fuerza y atención en la salud pública. También Chen et al., (2021) comentan que la sarcopenia puede aumentar el riesgo de dependencia en actividades del día a día, caídas, fracturas, discapacidades e incluso de la muerte. La degeneración muscular comienza a la edad de 30 años y se acelera con el envejecimiento. Las personas que tienen más de 70 años pueden perder el 15% de su masa cada década. (Chen et al., 2021).

Cebrià et al., (2018) en su investigación muestran que este síndrome geriátrico en adultos mayores se sitúa en torno al 14-33% en Europa y mucho mayor en España con un 37%. Además, añaden que esta pérdida de masa muscular afecta a los músculos esqueléticos implicados tanto en la movilidad como en la ventilación. Los factores importantes que contribuyen a la reducción de la función pulmonar durante el envejecimiento incluyen el aumento de la rigidez de la pared del tórax con la disminución de la elasticidad pulmonar y la disminución de la fuerza muscular respiratoria. (Jung et al., 2019).

Sgrò et al., (2019) observaron que la presencia de sarcopenia se encontraba entre el 10% y el 20% en personas mayores de 65 años de edad. Además, las cifras son ligeramente superiores en las mujeres. Estos autores definieron que se puede considerar el diagnóstico de la sarcopenia en presencia de: masa muscular reducida, baja fuerza muscular o reducción del rendimiento del ejercicio.

en adultos mayores

Nakayama et al., (2021) comentan que la sarcopenia además de contribuir a la pérdida de independencia porque el deterioro de la masa muscular reduce la fuerza y la capacidad funcional, ambas necesarias para realizar las actividades de la vida diaria, la pérdida de masa muscular está también asociada al riesgo de diabetes o de enfermedades cardíacas.

Por otro lado, Cebrià et al., (2018) sugieren que durante el envejecimiento el deterioro de la fuerza muscular es mayor en los miembros inferiores que el de los miembros superiores. Esto se asocia con una menor velocidad de marcha y aumento del riesgo de discapacidad.

La pérdida muscular causada por la sarcopenia afecta a todos los músculos, pero en especial a los músculos con predominio de fibras tipo II. (Sgrò et al., 2019).

El músculo esquelético tiene una gran importancia en el mantenimiento de la postura corporal y la locomoción para completar las actividades de la vida diaria. Además de esto, se ha podido comprobar que los músculos esqueléticos desempeñan un papel importante en el control del metabolismo de todo el cuerpo. Por todo esto, no es sorprendente que existan vínculos experimentales y epidemiológicos bien definidos entre la baja masa y función del músculo esquelético, la morbilidad y la mortalidad.

Por otro lado, el músculo esquelético además de contener reservas sustanciales de glucosa y de lípidos, presenta la mayor reserva de aminoácidos del cuerpo. (Brook et al., 2016).

El entrenamiento de fuerza induce a la hipertrofia muscular y aumenta la tasa de síntesis de proteínas musculares en adultos de mediana edad, ancianos y adultos frágiles. (Tarnopolsky & Safdar, 2008). Por lo tanto, es la estrategia de ejercicio físico más empleada en las investigaciones cuyo objetivo es prevenir o mejorar la sarcopenia. Por otro lado, también existen numerosos estudios que analizan los efectos del uso de suplementos nutricionales por sí solos, y combinados con ejercicio físico en participantes sarcopénicos de edad avanzada.

Kim et al., (2012) en su estudio que realizaron con 155 pacientes mayores de 75 años que padecían sarcopenia, pudieron comprobar que, combinando entrenamiento de fuerza y aminoácidos esenciales, hubo aumentos significativos en la masa muscular de las piernas y en la fuerza de extensión de la rodilla, además del aumento de la velocidad de la marcha.



en adultos mayores

Yamada et al., (2019) por otro lado realizaron un ensayo aleatorio controlado con 112 adultos mayores con sarcopenia divididos en 4 grupos experimentales: 28 de ellos en el ejercicio de fuerza combinado con suplementos de proteínas y vitamina D; ejercicio de fuerza sin suplementos; suplementos nutricionales sin ejercicio y grupo. Los participantes del grupo combinado tuvieron una mejora significativamente mayor en la eco-intensidad del recto femoral, por ecografía cuantitativa y en el torque de la extensión de rodilla en comparación con los otros grupos. Además, el grupo combinado aumentó de manera más notable la masa muscular apendicular en los adultos mayores con sarcopenia.

Otros autores como Mori & Tokuda, (2018) utilizaron proteína de suero de leche como suplemento principal. Mori & Tokuda, (2018) contaron con la participación de 200 personas entre 65-80 años. Dividieron a los participantes en 3 grupos experimentales: grupo de sólo ejercicio, grupo de sólo suplementación y grupo de ambas combinadas. El aumento de masa muscular y de fuerza de las extremidades superiores e inferiores fue mayor en el grupo combinado. La mayoría de los autores revisados utilizaron en sus ensayos proteína de suero de leche, y algunos la combinaron con vitamina D.

Tarnopolsky & Safdar, (2008) utilizaron monohidrato de creatina y ácido linoleico conjugado (CLA), ya que estos suplementos tienen efectos biológicos que podrían potenciar algunos de los efectos beneficiosos del entrenamiento de fuerza en los adultos mayores. Llegaron a la conclusión de que la suplementación con monohidrato de creatina en combinación con el entrenamiento de fuerza puede aumentar la activación de células satélite y el número total de mionúcleos por fibra muscular.

Como se ha evidenciado, existen distintas estrategias de ejercicio y/o consumo de suplementos para la prevención y tratamiento de la sarcopenia. Sin embargo, no existe consenso sobre cual o cuales son las estrategias más eficaces.

Por todo lo mencionado anteriormente, la sarcopenia es un problema global para la sociedad, por lo que es importante desarrollar estrategias eficaces para aumentar o mantener la masa muscular para combatir la sarcopenia en adultos mayores. (Nakayama et al., 2021). En esta revisión observaremos las diferentes estrategias de entrenamiento y suplementación utilizadas para combatir esta patología, para llegar a una conclusión de cual sería o serían las más efectivas.

## 2. Objetivos

Objetivo general de la revisión: analizar que estrategia o estrategias de ejercicio y suplementación es/son más eficaces para aplicar en adultos mayores con sarcopenia.

Objetivo secundario 1: establecer qué tipo de entrenamiento de fuerza es más efectivo para adultos con sarcopenia.

Objetivo secundario 2: establecer qué tipo de suplementos nutricionales son más efectivos para aumentar la masa muscular en personas mayores con sarcopenia.

## 3. Metodología

### 3.1. Diseño

Se ha realizado una revisión sistemática de las bases de datos científicas sobre el ejercicio físico, en concreto el entrenamiento de fuerza, y la suplementación, y cómo afectan a la sarcopenia, ya sea combinando ejercicio físico y suplementación o separando estas variables.

### 3.2. Estrategia de búsqueda

En primer lugar, se llevó a cabo una búsqueda en la biblioteca CRAI Dulce Chacón de la Universidad Europea de Madrid. Se marcó el área de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte y después se accedió a recursos digitales. Ahí se buscaron artículos científicos originales con texto completo.

Para la búsqueda de estudios originales se consultó las bases de datos Rehabilitation & Sports Medicine Source y Medline Complete.

Se realizó la búsqueda con las siguientes palabras clave: “exercise”, “strength training”, “supplements” y “sarcopenia”. Se buscaron los artículos en inglés debido a que había más información que en español y los artículos eran de mayor calidad metodológica. Se limitó por año de publicación al año 2010 en adelante. Debido a que cuanto más reciente, más información de calidad se ha encontrado.

Además, se comprobó que los artículos utilizados fuera de la introducción no fueran revisiones bibliográficas.



### **3.3. Criterios de selección**

En primer lugar, se aplicó como criterios de inclusión que los artículos relacionaran la sarcopenia en adultos mayores con el deporte, más concreto con el entrenamiento de fuerza. Además, que relacionaran la sarcopenia con la utilización de suplementos nutricionales. También se aplicó como criterios de inclusión que relacionasen estas tres variables anteriores, la sarcopenia, el entrenamiento de fuerza y la suplementación nutricional.

Como criterios de exclusión, se apartó del objeto de estudio los artículos que tras leer el título y el resumen no trataban el tema seleccionado.

Además, se descartaron los artículos que tenían menor calidad metodológica por: hablar sólo de la sarcopenia; sólo del entrenamiento de fuerza en adultos mayores, aunque no tuvieran sarcopenia, fueron descartados.

Además, se descartaron artículos por ser revisiones bibliográficas y por no incluir el artículo completo.

Además, se añadió como criterio de exclusión que fuesen anteriores a 2007 ya que consideré que durante los últimos quince años ha evolucionado la forma de entrenar y el uso de distintos suplementos.

También se excluyó artículos que estaban duplicados.

### 3.4. Diagrama de flujo

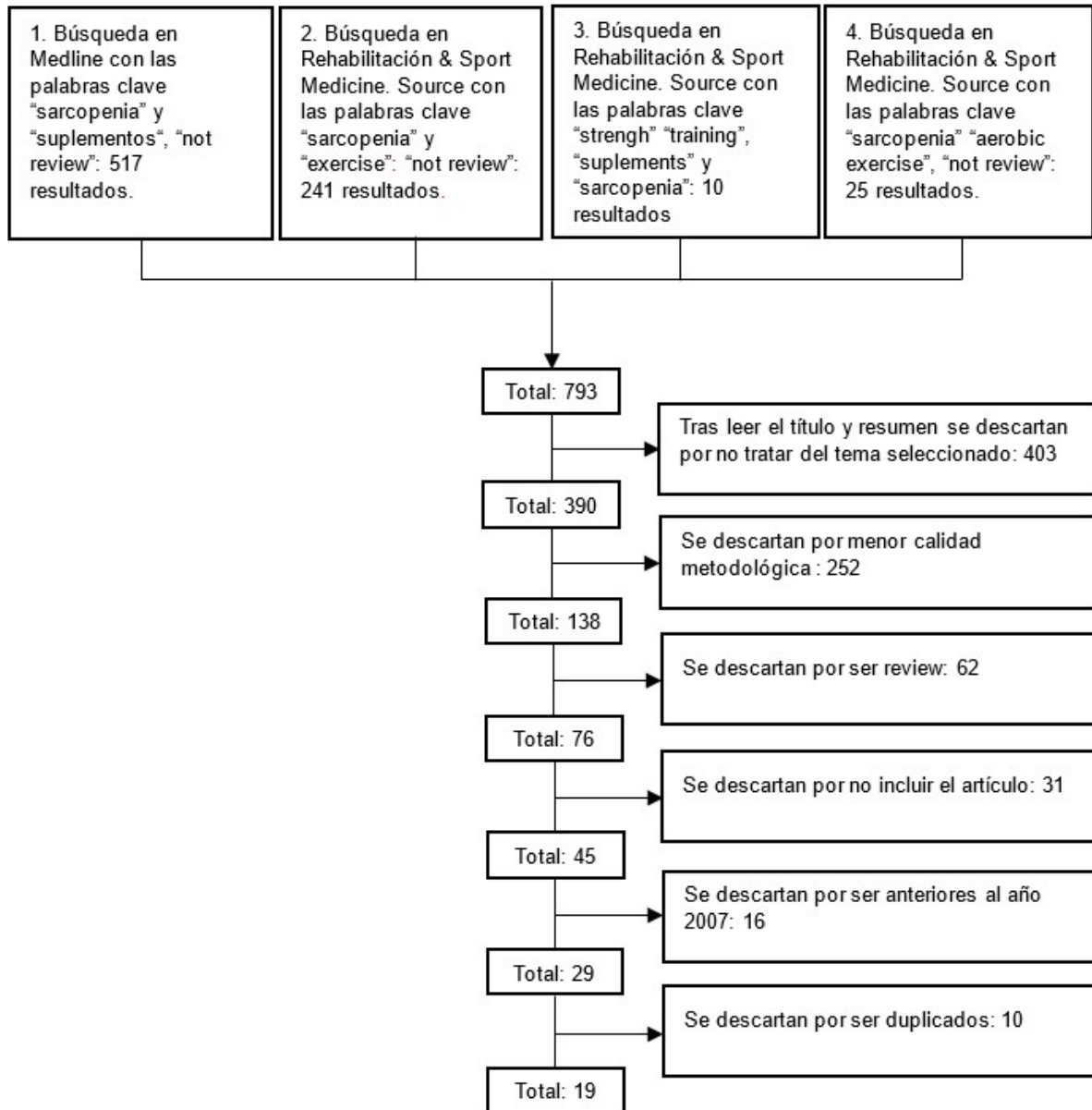


Figura 1. Diagrama de flujo. Elaboración propia

## 4. Resultados

### 4.1. Cuadro resumen artículos empleados

Tabla 1. Cuadro resumen de artículos seleccionados.

Autor/es y año	Objetivo/s	Muestra	Diseño	Conclusiones principales
Caballero-García et al., (2021)	Evaluar los efectos de la suplementación con citrulina para confirmar que ayuda al retraso de la sarcopenia.	44 participantes entre 60-73 años que padecen sarcopenia.	Los voluntarios se dividieron en dos grupos: 22 personas en el grupo placebo y 22 personas en el grupo de suplementación con citrulina. Se realizaron diferentes pruebas físicas y extracciones de sangre al principio y al final de la intervención, que duró seis semanas.	La fuerza y la resistencia mostraron una tendencia a aumentar en el grupo de suplementación con citrulina, sin diferencias significativas respecto al placebo. Sin embargo, la velocidad de marcha mejoró significativamente en el grupo de suplementación respecto al grupo de placebo. Los marcadores de daño muscular, así como los niveles circulantes de testosterona, cortisol y vitamina D no mostraron cambios, pero sí una tendencia a mejorar al final de la intervención en el grupo suplementado en comparación con el placebo.

Autor/es y año	Objetivo/s	Muestra	Diseño	Conclusiones principales
Candow et al., (2015)	Comparar los efectos de la suplementación con creatina inmediatamente antes y después del entrenamiento de resistencia con el efecto de un placebo en adultos mayores sanos.	74 adultos de más de 50 años. 38 mujeres y 26 hombres.	Los participantes fueron asignados aleatoriamente a 1 de 3 grupos: suplementación con creatina inmediatamente antes del entrenamiento de fuerza y placebo inmediatamente después; creatina después del entrenamiento y placebo inmediatamente antes del entrenamiento de fuerza; o el grupo de placebo antes y después del entrenamiento de fuerza. La duración del estudio fue de 32 semanas.	De los 39 participantes, 30 se consideraron no sarcopénicos al principio, mientras que 6 mujeres y 3 varones se consideraron sarcopénicos. Tras el estudio, sólo 3 mujeres permanecieron con sarcopenia. Los resultados mostraron que la suplementación con creatina después del ejercicio aumentó la masa de tejido magro más que el placebo. Además, aumentó la fuerza de la parte superior e inferior del cuerpo con respecto al grupo placebo. No hubo diferencias entre suplementos de creatina antes y después del ejercicio. Estos resultados muestran el beneficio de la suplementación con creatina en la masa muscular.

Autor/es y año	Objetivo/s	Muestra	Diseño	Conclusiones principales
Cebrià et al., (2018)	Comparar los efectos de dos programas de entrenamiento de fuerza en adultos que padecen sarcopenia. Además, identificar qué parámetros de masa muscular son los más adecuados para evaluar los efectos de los programas de entrenamiento de fuerza en adultos con sarcopenia.	37 adultos mayores de 65 años o más con sarcopenia.	Los participantes fueron asignados al azar en uno de los grupos: grupo de control, grupo de EF muscular periférico y grupo de EF muscular respiratorio. La duración del estudio fue de 12 semanas.	Los resultados medidos fueron la masa muscular esquelética apendicular, la extensión isométrica de la rodilla, la flexión del brazo y la fuerza de agarre de la mano, las presiones de la mano, las presiones inspiratorias y espiratorias máximas y la velocidad antes y después de la intervención. El entrenamiento de fuerza mejoró la fuerza muscular esquelética en la población estudiada.
Chen et al., (2021)	Evaluar la eficacia clínica del entrenamiento de fuerza progresivo basado en realidad virtual en personas con sarcopenia.	30 participantes mayores de 60 años con sarcopenia.	El programa consistió en entrenamiento de fuerza dos veces a la semana, 30 minutos por sesión y durante 12 semanas.	Los resultados primarios fueron la fuerza de agarre de la mano dominante, la velocidad de la marcha y el índice de masa muscular esquelética apendicular. Se observaron mejoras significativas en la fuerza de agarre de la mano y la velocidad de marcha. Se observó una tendencia al aumento del índice de masa muscular esquelética apendicular, que no alcanzó significación estadística.

Autor/es y año	Objetivo/s	Muestra	Diseño	Conclusiones principales
Jung et al., (2019)	Investigar el efecto de entrenamiento en circuito de 12 semanas sobre la composición corporal, el equilibrio, la función muscular y la función pulmonar en personas con sarcopenia.	26 mujeres con sarcopenia.	A esas mujeres se le asignó aleatoriamente a un grupo de ejercicio o a un grupo de control. Entre 25 y 75 minutos de ejercicio en circuito. 3 veces a la semana durante 12 semanas.	El grupo de entrenamiento mostró una mejora de la composición corporal, el equilibrio, la función muscular y la función pulmonar. El entrenamiento con ejercicios en circuito mejora la masa y la fuerza muscular, la composición corporal, el equilibrio y la función pulmonar en personas con sarcopenia.
Kim et al., (2012)	Evaluar la efectividad del ejercicio físico y la suplementación con aminoácidos para aumentar la masa muscular, mejorar la fuerza y velocidad de marcha en mujeres ancianas que padecen sarcopenia.	155 mujeres con 75 años o más que padecen sarcopenia.	A esas 155 mujeres se las asignó al azar un grupo. 38 en el grupo de ejercicio con suplementación con aminoácidos, 39 en el grupo de sólo ejercicio, 39 en el grupo de sólo suplementación con aminoácidos y 39 en el grupo de educación sanitaria. La duración del estudio fue de dos meses.	La velocidad al caminar aumentó significativamente en los tres grupos de intervención. La masa muscular de la pierna en el grupo de ejercicio + SAA y en el grupo de sólo ejercicio. La fuerza de extensión de rodilla sólo en el grupo de ejercicio + SAA (9,3% de aumento, P = 0,01). La proporción de mejora de la masa muscular de la pierna y la fuerza de extensión de la rodilla fue más de cuatro veces más grande en el grupo de ejercicio + SAA que en el grupo de ES.

Autor/es y año	Objetivo/s	Muestra	Diseño	Conclusiones principales
Mafi et al., (2021)	Investigar los efectos del entrenamiento de fuerza y la suplementación con epicatequina en la fuerza muscular.	62 hombres con sarcopenia, de más de entre 66 y 70 años.	Ensayo controlado en el que dividieron a los participantes en diferentes grupos: EF; S con epicatequina; EF + S con epicatequina; y placebo.	Se observó aumento en la follistatina, la relación follistatina/miostatina, la prensa de piernas y el press para pectoral en el grupo de EF + S en comparación con los grupos de EF, S, y placebo. Sin embargo, el índice de masa muscular apendicular y la prueba de levantamiento y marcha cronometrada mejoraron significativamente en todos los grupos experimentales excepto en el grupo de placebo.
Mori y Tokuda., (2018)	Evaluar la efectividad de suplementos deportivos usando proteína de suero, ingerida después de ejercicios de resistencia, para aumentar la masa muscular y la resistencia física en mujeres japonesas ancianas.	81 mujeres entre 65 y 80 años.	Tres grupos de 27 personas cada uno. Uno de ejercicio combinado con suplementos, otro de ejercicio sólo y otro de suplementos sólo.	El aumento de masa muscular fue mayor en el grupo de ejercicio solamente que en el de suplementos solamente. El grupo de ejercicio combinado con suplementos obtuvo más masa muscular que los otros dos grupos. El aumento de la fuerza de agarre y la velocidad de marcha fue mayor en el grupo de E y S+E que en el de S.

Autor/es y año	Objetivo/s	Muestra	Diseño	Conclusiones principales
Nabuco et al., (2018)	Investigar los efectos de la suplementación con proteína de suero antes o después de entrenamiento de resistencia en la masa muscular, la fuerza muscular y la capacidad funcional en mujeres con sarcopenia.	70 mujeres de 60 años o más.	3 grupos. El primero (24 personas) ingirió proteína de suero pre-EF y placebo post-EF, el segundo (23), placebo pre-EF y proteína de suero post-EF y el tercero (23), placebo pre y post-EF.	Incrementos de MM en los grupos de proteína pre-EF y post-EF. A su vez, hubo mayor incremento de fuerza en estos dos grupos en comparación con el grupo de placebo pre-EF y post-EF. En las pruebas de caminata tuvieron mejores resultados los dos primeros grupos. Con la suplementación de proteína post-ER se obtuvo ligeramente mejores resultados que con la suplementación pre-EF.
Nakayama et al., (2021)	Examinar si la ingestión a largo plazo de suplementos de proteína láctea en dosis bajas provoca un mayor aumento de la masa muscular y la fuerza de los adultos mayores durante un E de intensidad baja a moderada que los carbohidratos isocalóricos.	122 adultos mayores de entre 60-84 años.	Ensayo aleatorio controlado. Dos grupos: grupo que recibió una bebida de proteína de leche acidificada que contenía 10 gramos de proteína de leche o una bebida placebo isocalórica. Ensayo que duró 6 meses y se ingirió estas bebidas diariamente. El entrenamiento fue con peso corporal y balón medicinal.	La masa corporal aumentó significativamente en el grupo de la proteína de leche, pero no cambió en el grupo placebo. La masa grasa y los niveles de ácido úrico en plasma disminuyeron significativamente sólo en el grupo de proteína de leche. La mayoría de las pruebas de rendimiento físico mejoraron significativamente en ambos grupos, sin encontrarse diferencias entre ellos.



Autor/es y año	Objetivo/s	Muestra	Diseño	Conclusiones principales
Sen et al., (2021)	Determinar el efecto de un programa de ejercicio en casa sobre la función física en términos de movilidad funcional y la distancia recorrida, el equilibrio y la calidad de vida en adultos mayores con sarcopenia.	100 pacientes adultos mayores con diagnóstico clínico de sarcopenia.	Fueron asignados a un grupo de ejercicio en casa o a un grupo de control. 50 personas a cada grupo. El programa de E en casa constaba de ejercicios con intensidad gradualmente creciente que comprendían ejercicios posturales, de estiramiento y de fortalecimiento muscular de la extremidades superiores e inferiores, ejercicios de equilibrio y coordinación y de marcha. Duración de 3 meses.	Las puntuaciones de la prueba de marcha de 6 minutos y de la Escala de Equilibrio de Berg aumentaron significativamente después de 3 meses en el grupo de ejercicio en casa en comparación con el grupo control. Mejora significativa en la calidad de vida en el grupo de ejercicio respecto al grupo control.
Trappe et al., (2011)	Investigar si el ejercicio aeróbico, además del ejercicio de fuerza, puede ayudar a combatir la sarcopenia.	Persona de 63 años con sarcopenia.	12 semanas de entrenamiento con ejercicios de fuerza y 3 sesiones por semana, y 12 semanas de entrenamiento de ejercicio aeróbico con 3-4 sesiones por semana. Separados los programas por 18 meses sin hacer ejercicio durante ese tiempo.	El entrenamiento de ejercicios de fuerza aumentó la masa muscular en un 10,5% mientras que el entrenamiento de ejercicios aeróbicos aumento la masa muscular en un 8,8%.

Autor/es y año	Objetivo/s	Muestra	Diseño	Conclusiones principales
Yamada et al., (2019)	Investigar los efectos que producen el EF con el peso corporal, combinados con un S de proteínas con vitamina D, en el músculo esquelético, en adultos mayores que padecen sarcopenia.	112 adultos mayores con 65 años o más.	4 grupos de 28 personas cada uno. Un grupo de E sólo, otro de S sólo, otro de E+S y el grupo de control.	Los participantes de E+S tuvieron una mejora significativa en la intensidad de eco del recto femoral y extensión de rodilla respecto a los otros dos grupos. Además, el programa aumentó la masa muscular en adultos con sarcopenia, pero no en adultos mayores con baja función física y con masa muscular normal.
Yoo et al., (2020)	Examinar la prevalencia de sarcopenia y su asociación con factores de nutrición y estilo de vida.	3937 individuos de 40 años o más.	La sarcopenia se definió como una masa muscular esquelética apendicular dividida por el peso (%) de < 1.	La sarcopenia estaba presente en más de la mitad de los adultos de mediana edad y mayores. Tener una dieta de alta calidad, el aumento de la actividad física y la salud psicológica positiva se asociaron con una baja prevalencia de la sarcopenia.

Autor/es y año	Objetivo/s	Muestra	Diseño	Conclusiones principales
Zhu et al., (2019)	Evaluar el impacto de un programa de EF dirigidos a la fuerza y potencia muscular con y sin S nutricionales sobre la velocidad de marcha, la composición corporal, la función física y la calidad de vida.	113 adultos mayores con sarcopenia con 65 años o más.	3 grupos, uno de E+S, otro de E sólo y otro de S o grupo de control.	La velocidad de marcha no difirió significativamente entre los grupos. Hubo una mejora significativa en el grupo combinado y grupo de E en la extensión de piernas y la prueba de sentarse y levantarse. La MM del miembro inferior y el apendicular aumentó significativamente en el grupo combinado, pero el aumento no se tuvo hasta las 24 semanas.

*Nota:* La información de esta tabla está extraída de los artículos citados en la columna 1. E, entrenamiento; EF, entrenamiento de fuerza; ES, educación sanitaria; MM, masa muscular; P, probabilidad que la hipótesis nula sea cierta, cuanto más pequeño es el valor más fiable es el resultado; S, suplementos; SAA, suplementación con aminoácidos.

## 4.2. Resumen artículos empleados

Caballero-García et al., (2021) realizaron un estudio en el que participaron 44 sujetos (26 mujeres y 18 hombres) con un rango de edad de 60-73 años. Todos ellos participaban de manera regular en un programa de actividad física. Los sujetos que decidieron participar en el estudio se sometieron a un reconocimiento médico, para ver si esas personas superaban los criterios de inclusión y exclusión del estudio. Los participantes se distribuyeron en dos grupos: grupo placebo, en el que participaron 1 hombre y 21 mujeres y grupo con suplementación con citrulina, que es un aminoácido, en el que se administraba 3g al día, en cápsulas. Para evaluar la condición física se realizó una prueba de marcha en la que tenían que recorrer en 6 minutos la mayor distancia posible en una pista de atletismo de 400 metros. También se realizó una prueba de sentadillas en la que había que realizar 5 sentadillas completas a la mayor velocidad posible, desde una posición de sentado en una silla con una altura de 45 cm sobre el suelo. No se permitía la ayuda de los brazos. Por último, se realizó una prueba de equilibrio. La suma de las puntuaciones obtenidas determinaría el nivel de fragilidad del sujeto. Se evaluó la fuerza, la resistencia y la velocidad. La fuerza y la resistencia aumentaron ligeramente en el grupo de suplementación. Las diferencias no fueron significativas al comparar ambos grupos, o al comparar al inicio y al final del estudio. Comentan que estos resultados se deben probablemente a que el protocolo de ejercicio no fue muy exigente, evitando el daño muscular.

Candow et al., (2015) utilizaron una muestra de 74 adultos de más de 50 años de edad, de ellos 38 eran mujeres y 26 eran hombres. Ninguno de ellos había entrenado fuerza previamente al estudio, realizaban ejercicios de intensidad leve como caminar o trabajo de baja intensidad. El estudio fue doble ciego en el que los participantes fueron asignados aleatoriamente en un grupo: creatina antes del entrenamiento de fuerza; después; placebo antes; placebo después. La dosis de creatina fue de 0,1g/kg Duró 32 semanas. Realizaron 3 sesiones de familiarización de entrenamiento de fuerza. Los ejercicios de fuerza que realizaron fueron los siguientes: prensa de piernas, press para pectoral, extensión de brazos, press de hombro, extensión de piernas, extensión de tríceps, curl de bíceps, prensa para gastrocnemios, extensión de espalda y crunch abdominal. Todo ello realizado en máquinas, ya que lo



en adultos mayores

consideraban más seguro y sencillo de aprender que el peso libre. Los participantes completaron 3 series de 10 repeticiones con 1-2 minutos de descanso entre series y llegando al fallo muscular a las 10 repeticiones. Tras el estudio, sólo 3 mujeres permanecieron sarcopénicas. Los resultados mostraron que la suplementación con creatina después del ejercicio aumentó la masa de tejido magro más que el placebo. Además, aumentó la fuerza de la parte superior e inferior del cuerpo con respecto al grupo placebo. No hubo diferencias entre suplementos de creatina antes y después del ejercicio. Estos resultados muestran el beneficio de la suplementación con creatina en la masa muscular.

Cebrià et al., (2018) en su estudio contaron con 81 participantes diagnosticados con sarcopenia y clínicamente estables que eran mayores de 65 años. Se dividieron en 3 grupos: un grupo control y dos grupos de entrenamiento de fuerza. Uno de grupo de entrenamiento de la masa muscular periférica y otro grupo de entrenamiento muscular respiratorio. El estudio duró 12 semanas. El entrenamiento de la masa muscular periférica consistió en 10 ejercicios de fuerza isotónica con 12 repeticiones cada uno. Completando el máximo rango de movimiento a una velocidad lenta, trabajando las fases concéntrica y excéntrica. Se realizaron con 2 minutos de descanso entre cada ejercicio. Los ejercicios se realizaron con una carga de trabajo ajustada al 40-60% de la fuerza isométrica máxima. Se utilizaron mancuernas y pesas para el tobillo o la muñeca. Cuatro ejercicios para las extremidades inferiores: flexión y extensión de tobillo, extensión de rodilla y flexión/abducción/aducción de cadera. Seis ejercicios para las extremidades superiores: flexión y extensión de la muñeca, pronación y supinación del antebrazo, flexión y extensión del codo, y flexión/extensión/aducción/abducción del hombro. El entrenamiento de la musculatura respiratoria se llevó a cabo utilizando un dispositivo Threshold Inspiratory Muscle Trainer. Se utilizó un programa de entrenamiento muscular inspiratorio basado en intervalos que consistió en siete ciclos de 2 minutos de respiración cargada con 1 minuto de descanso entre ciclos. Los fisioterapeutas controlaron a los participantes con un pulsioxímetro. No se detectaron cambios significativos en ninguna de las medidas de masa muscular esquelética. Se produjo una disminución significativa en el grupo control de la fuerza del recto femoral. En el grupo de entrenamiento de la musculatura periférica se mostró un aumento significativo de la fuerza del cuádriceps



en adultos mayores

y del bíceps braquial. En el grupo de entrenamiento de la musculatura respiratoria se produjo una disminución significativa de la fuerza del bíceps braquial.

Chen et al., (2021) en su estudio participaron 33 sujetos mayores de 60 años, con una edad media de 74,57 años. La duración fue de 12 semanas. Se utilizó un sistema de realidad virtual para el estudio. Entre todos los participantes, la flexión de hombro, la rotación externa de hombro, abducción del hombro, pronación y supinación del codo y flexión y extensión de muñeca aumentaron significativamente después del programa. La fuerza de los músculos bíceps y tríceps braquial de la mano dominante aumentó significativamente en todos los participantes.

Jung et al. (2019) contaron con la participación de 26 personas con sarcopenia. Consistió en 12 semanas de sesiones de entrenamiento de ejercicios en circuito. Sesiones de 25 a 75 minutos tres veces por semana durante un total de 12 semanas. El circuito estaba formado por 10 ejercicios: caminar sobre el sitio, sentadilla con press de hombros, twist dash, zancadas, jumping jacks, patada de glúteo, flexiones, Crunch abdominal, puente de cadera y ejercicio de pájaro para deltoides posterior. Se realizaron estos ejercicios durante 10 minutos, seguidos de 5 minutos de descanso antes de la siguiente serie. En las dos primeras semanas la sesión de entrenamiento duró 25 minutos, en las semanas 3-8 la duración fue de 40 minutos y en las semanas 9-12 fue de 55 minutos. Los niveles de intensidad del ejercicio oscilaban entre el 60 y el 80% de la FC máxima. Los participantes del grupo control mantuvieron su estilo de vida habitual durante la duración del estudio. Los participantes del grupo control se sometieron a las mismas pruebas antes y después de la intervención que los participantes del grupo de ejercicio. Se midió la altura, el peso corporal, la masa libre de grasa y el porcentaje de grasa corporal después de un periodo de ayuno de 8 horas el primer día de prueba, utilizando la impedancia bioeléctrica. También se midió el equilibrio estático y dinámico izquierdo y derecho durante 4 veces, descalzos en el centro de la plataforma de medición con los brazos colgando libremente. El análisis después del estudio mostró una diferencia significativa entre las pruebas previas y posteriores en el grupo de ejercicio en relación con el grupo control. Disminuyó significativamente el peso corporal, el IMC y el porcentaje de grasa corporal, y aumentó la masa corporal libre de grasa. No se observaron mejoras en el grupo control. Se mostraron mejoras significativas en el grupo de ejercicio en el equilibrio



## Efectos del entrenamiento de fuerza y la suplementación en la sarcopenia

en adultos mayores

estático derecho, equilibrio estático izquierdo, equilibrio dinámico derecho, equilibrio dinámico izquierdo y marcha rápida de 10 m. También se observó una mejora en la potencia máxima en los distintos ejercicios. Para concluir comentan que el entrenamiento en circuito que incluye ejercicios de fuerza mejora la función muscular en adultos mayores.

Kim et al., (2012) realizaron un estudio en el que participaron 155 personas mayores de 75 años que estaban diagnosticadas con sarcopenia. Los participantes fueron clasificados y divididos en 4 grupos iguales: ejercicio combinado con suplementación con aminoácidos, grupo de ejercicio solo, grupo de aminoácidos solo y grupo control en el que se les educó para la salud. Se realizó una evaluación de la composición corporal. Obtuvieron información de los valores de composición corporal segmentaria y de masa muscular de ambas piernas, ambos brazos y tronco. Se llevó a cabo un programa de mejora de la masa muscular con una intensidad moderada para los participantes en los grupos de ejercicio. Consistió en sesiones de ejercicio de 60 minutos, dos sesiones a la semana durante 3 meses. La sesión estaba dividida en 5 minutos de calentamiento, 30 minutos de ejercicios de fortalecimiento, 20 minutos de entrenamiento de equilibrio y marcha y 5 minutos de vuelta a la calma. En los ejercicios de fuerza se les pidió que llegasen a 8 repeticiones con una intensidad entre 12 y 14 en la escala de Borg. Los ejercicios fueron ejercicios en silla para proporcionar una posición segura y estable. Consistió en elevaciones de los talones, elevaciones de los dedos de los pies, elevaciones de las rodillas y extensiones de rodilla. Las flexiones de cadera, las elevaciones laterales de piernas se realizaron de pie, detrás de la silla y sujetando el respaldo de la misma para mantener la estabilidad. También se realizó ejercicio con peso en los tobillos como flexión y extensión de rodilla sentado y de pie. También se utilizaron bandas de resistencia para fortalecer la parte superior e inferior del cuerpo. En la parte inferior realizaron ejercicios como extensión de piernas y flexión de cadera. Los ejercicios con la parte superior del cuerpo estaban compuestos por ejercicios de tirón con los dos brazos y bíceps. También se entrenó el equilibrio estático, dinámico y lateral, con ejercicios como estar de pie sobre una pierna, desplazamientos multidireccionales del peso, levantarse en tándem y caminar en tándem. En cuanto a la marcha, practicaron una mecánica de marcha adecuada que se centró en el mantenimiento de la estabilidad durante la marcha y en aumentar la



en adultos mayores

longitud de zancada, la elevación de los dedos del pie, la elevación del talón de la extremidad posterior, la frecuencia de los pasos y el ángulo talón-suelo. En cuanto a la suplementación, se proporcionaron paquetes de aminoácidos en polvo para que lo tomaran con agua o leche, 6 gramos al día divididos en dos tomas. Se comprobó que en el grupo de ejercicio combinado con suplementación hubo una mejora significativa en la fuerza de extensión de la rodilla, no se observó ninguna mejora en los grupos de ejercicio o grupo de suplementación y se observó una disminución significativa en el grupo de educación para la salud. Los aumentos significativos de la masa muscular de las piernas, la fuerza de extensión de rodilla y la velocidad habitual de marcha sólo se observaron en el grupo de ejercicio combinado con aminoácidos. Para concluir, comentaron que este estudio demostró que la masa apendicular y la velocidad de marcha aumentaban con la combinación de ejercicio y la ingestión de aminoácidos esenciales, así como con ejercicio y aminoácidos por separado, pero la fuerza muscular sólo mejoró con la combinación de estos dos.

Mafi et al., (2021) en su reciente estudio con una duración de 8 semanas, contaron con una muestra de 137 personas mayores con una edad entre 65 y 75 años y diagnosticados con sarcopenia de clase I. Ninguna había realizado entrenamiento en los últimos 12 meses antes del estudio. Se dividieron aleatoriamente en 4 grupos: entrenamiento de fuerza combinado con suplementación con epicatequina, entrenamiento de fuerza, suplementación con epicatequina y grupo placebo. Antes de comenzar el proceso les midieron la altura, el peso, el IMC, la movilidad mediante una prueba de levantamiento y desplazamiento cronometrado, las actividades físicas que realizaban mediante un cuestionario, el estado de salud mediante un cuestionario y la fuerza máxima isotónica mediante el uso de equipos de musculación. También se tomaron muestras de sangre antes del estudio. Los grupos de entrenamiento asistieron a 3 sesiones a la semana que consistían en 10 minutos de calentamiento, incluyendo movimientos de estiramiento, seguidos de 45 minutos de prensa de piernas, extensión de piernas, curl de piernas, prensa de pecho, prensa de hombros, remo, curl de bíceps y abdominales. Se trabajó entre 8-12 repeticiones con una intensidad del 60-80% del 1RM y con un descanso de 90 segundos entre series. El 1RM lo calcularon previamente. En cuanto a la suplementación, tomaron diariamente 1 mg de epicatequina pura por cada kg de peso corporal. La recibieron en forma de



en adultos mayores

cápsulas junto con agua. Los resultados no indicaron diferencias significativas entre los participantes de los distintos grupos en la fase inicial. Se produjo un aumento significativo del IMC de los participantes en los grupos de entrenamiento de fuerza y suplementación y entrenamiento solo, pero no hubo cambios en los otros dos grupos. Además, se observó un aumento significativo en la variable de masa muscular apendicular en todos los grupos excepto el grupo placebo. En el grupo combinado fue un 39,47% mayor que en el grupo de solo entrenamiento. No se detectaron cambios importantes en la ingesta nutricional diaria o la ingesta de proteínas de los participantes en ninguno de los grupos. Se observaron reducciones importantes del tiempo en completar la prueba TUG, que es una prueba muy válida y fiable para medir la movilidad de los adultos mayores, por parte de los participantes de los grupos de entrenamiento, suplementación y grupo combinado en comparación con el grupo placebo. También hubo mejoras en la prensa de pecho y piernas en el grupo combinado y de entrenamiento. Se produjeron cambios en los niveles plasmáticos de miostatina en los grupos de entrenamiento y combinado, aunque la reducción de miostatina fue un 48,90% mayor en el grupo combinado. Hubo aumentos significativos de los niveles de follistatina entre los participantes de todos los grupos excepto el placebo, siendo mayores en el grupo combinado. Como conclusión, se pudo ver la mejora de los niveles plasmáticos de follistatina y miostatina, la relación entre ambas, la masa muscular apendicular y la fuerza del músculo esquelético como resultado del entrenamiento de fuerza y la suplementación con epicatequina en comparación con los otros grupos.

Mori & Tokuda., (2018) en su estudio tuvieron una muestra de 81 personas con sarcopenia de entre 65-80 años que fueron asignados a tres grupos, cada uno con 27 participantes: el grupo de ejercicio combinado con suplementación con proteínas, el grupo de sólo ejercicio y el grupo de sólo proteínas. Ninguno de los participantes había realizado entrenamientos de fuerza 5 años antes de la intervención. La ingestión del suplemento de proteína de suero se ingirió después del programa de fuerza. El periodo de intervención fue de 24 semanas en las que lo participantes completaron el protocolo asignado dos veces por semana. Antes de comenzar se midió la composición corporal y las funciones físicas tales como: la fuerza de agarre, la fuerza de extensión de rodilla y la velocidad de la marcha. Las dos primeras se midieron con una dinamometría

en adultos mayores

manual. La velocidad de marcha se midió en unidades de tiempo utilizando un cronómetro. En cuanto a la alimentación, se llevo a cabo una encuesta nutricional para documentar la ingesta diaria total de grasas, hidratos de carbono y proteínas. El programa de intervención de ejercicios incluía tanto ejercicios de fuerza con el peso corporal como ejercicios de fuerza con bandas de resistencia. Los ejercicios del tren inferior eran levantarse y sentarse de una silla y extensiones de piernas. Los ejercicios con bandas incluían ejercicios para la parte superior e inferior del cuerpo, trabajando siempre entre el 50% y el 70% del 1RM. El suplemento de proteína contenía 92 Kcal, 22,3 gramos de proteína por 25 gramos de una porción de ingesta, con una ingesta de proteínas de al menos 1,2g/kg/día. Los resultados mostraron que la masa muscular de las extremidades inferiores, masa muscular de las extremidades superiores, el índice de masa muscular esquelética y la fuerza de extensión de rodilla cambiaron a mejor para el grupo de ejercicio que para el grupo de solo suplementación, y significativamente mayor para el grupo combinado. Concluyen afirmando la eficacia de la suplementación con proteína de suero de leche ingerida después de los ejercicios de fuerza, en el aumento de la masa muscular, el índice de masa muscular esquelética y la fuerza de extensión de rodilla. Por lo tanto, esta combinación puede ser eficaz para la prevención de la sarcopenia.

Nabuco et al., (2018) en su estudio de 26 semanas, estuvo compuesto por 70 individuos divididos en 3 grupos de forma aleatoria: proteína de suero antes del entrenamiento de fuerza y placebo después, placebo antes y proteína de suero después, y placebo antes y después. El estudio se dividió en dos fases, la primera en la que los participantes se sometieron a un entrenamiento de fuerza sin suplementación y la segunda fase ya se incluyó la suplementación. Los participantes recibieron 35 gramos de proteína hidrolizada, que contenía 27,1 gramos de proteína reales. Se les indicó que bebieran la bebida lo más rápido posible. Sólo se consumió los días de entrenamiento. El entrenamiento de fuerza se baso en mejorar la fuerza muscular y la hipertrofia. Las sesiones se realizaron tres veces a la semana, lunes, miércoles y viernes. Se realizaron 8 ejercicios para todo el cuerpo: press para pectoral o press de banca, prensa horizontal, remo sentado, extensión de rodillas, curl predicador con peso libre, curl de piernas, flexión de tríceps y elevación de gastrocnemio sentado. En la primera fase se realizaron 3 series de 10 repeticiones



en adultos mayores

máximas y en la segunda fase, 3 series de 8-12 repeticiones máximas, con cargas fijas. Durante la primera fase, que duró 8 semanas hubo un aumento significativo del tejido blando magro de las extremidades inferiores, y la fuerza muscular, y una mejora en las pruebas funcionales. En la segunda fase, ya con la suplementación incluida se observó una mejora en la masa muscular esquelética, en el tejido blando de las extremidades inferiores, en el press para pectoral, en la extensión de rodilla y en la fuerza total, presentando mayores incrementos en los grupos de proteínas, sin diferencias entre ellos. También presentaron puntuaciones significativamente menores en la prueba de 10 minutos andando en comparación con el grupo placebo. En todos los grupos se observó una mejora en el tejido blando de las extremidades superiores, en el curl predicador y en la prueba de levantarse desde la posición de sentado. Concluyen diciendo que se confirmó que la masa muscular esquelética, la fuerza muscular y la capacidad funcional mejoraron con la suplementación proteica en comparación con el grupo placebo.

Nakayama et al., (2021) en su estudio con 122 adultos mayores entre 60-84 años recibieron una bebida de leche acidificada que contenía 10 gramos de proteína de leche o una bebida placebo isocalórica diariamente a lo largo de 6 meses de entrenamiento con peso corporal y balón medicinal. Las mediciones antes y después de la intervención incluyeron la composición corporal, el rendimiento físico y la bioquímica sanguínea. El cuanto al programa de entrenamiento constaba de 6 ejercicios con el peso corporal y 5 ejercicios con balón medicinal. El criterio para utilizar el entrenamiento con ejercicios de baja a moderada intensidad fue que los participantes fueran capaces de repetir los ejercicios 12 veces, con una carga del 70% del 1RM. Se les midió la fuerza de agarre, la fuerza de flexión y extensión de rodilla, la velocidad de macha, prueba de levantamiento y desplazamiento cronometrado, y flexiones. La masa corporal magra aumentó significativamente en el grupo de suplementación, peor no cambió en el grupo placebo. La masa grasa y los niveles de ácido úrico en plasma disminuyeron significativamente sólo en el grupo de suplementación con una diferencia significativa. La mayoría de las pruebas de rendimiento físico mejoraron significativamente en ambos grupos, sin encontrarse diferencias entre grupos. Concluyen diciendo que una dosis baja de proteína de leche combinada con un entrenamiento de intensidad baja a moderada se asocia con un



en adultos mayores

aumento de la masa muscular, pero no con una mejora del rendimiento físico en comparación con una bebida isocalórica combinada con el ejercicio.

Sen et al., (2021) en su reciente estudio pudieron contar con la participación de 100 adultos de entre 65 y 80 años con sarcopenia que fueron asignados aleatoriamente a un grupo de ejercicio en casa o a un grupo de control. El programa de entrenamiento en casa incluía ejercicios de postura y estiramiento, ejercicios de fortalecimiento y entreno de la marcha 3 días a la semana durante un periodo de 3 meses. El programa de entrenamiento se llevó a cabo con una intensidad ligera, de 10-12 sobre la escala de Borg. El entrenamiento constó de 5 minutos de calentamiento que constaba de movilidad de hombros, lumbares, caderas, rodillas y tobillos, 10 minutos de fortalecimiento con ejercicios como sentarse y levantarse, flexión y abducción, flexión y extensión de codo, extensión y abducción de cadera, extensión de rodilla y dorsiflexión de tobillo, 10 minutos de equilibrio, 5 minutos de vuelta a la calma y después 30 minutos de marcha. A medida que el programa avanzaba, el número de series incrementaba. El programa de ejercicio en casa mejoró significativamente los resultados a partir del tercer mes. Hubo una disminución significativa en las pruebas de levantarse y en la marcha cronometrada, además también se produjo una mejora en la calidad de vida en el grupo de ejercicio en comparación con el grupo de control. Por lo tanto, comentan que un programa de ejercicio en casa puede tener un efecto positivo en la función física, el equilibrio y la calidad de vida de los pacientes con sarcopenia.

Trappe et al., (2011) realizaron un estudio diferente a los demás, tuvieron la oportunidad de estudiar a una persona mayor de 63 años, que completó 12 semanas de entrenamiento con ejercicios de fuerza, que constaban de 3 series de 10 repeticiones con cargas al 70% del 1RM, 3 sesiones a la semana con un tiempo total de 54 minutos por sesión. Después realizó 12 semanas de entrenamiento de ejercicio aeróbico en bicicleta al 60-80% de la frecuencia cardíaca máxima durante 20-45 minutos, 3-4 sesiones a la semana, 42 sesiones totales y completó 28 horas de ejercicio. Los programas de entrenamiento de 12 semanas estuvieron separados por 18 meses y la masa muscular había vuelto a los niveles previos al ejercicio de resistencia al inicio del entrenamiento de ejercicio aeróbico. Los resultados fueron que el entrenamiento de fuerza aumentó la masa muscular en un 8,8%. El entrenamiento

en adultos mayores

de fuerza tuvo un efecto mínimo en la distribución del tipo de fibra, mientras que el ejercicio aeróbico tuvo cambios relativamente grandes en la distribución aumentando el número de fibras tipo I en un 12,5%. Estos resultados sugieren que la influencia anabólica del entrenamiento con ejercicios aeróbicos es comparable a la del entrenamiento de fuerza en el músculo envejecido. Las fuertes alteraciones en la composición del tipo de fibras también apoyan la noción de que el músculo envejecido es bastante sensible al ejercicio aeróbico. En conjunto, estos autores comentan que se demuestra que el entrenamiento de ejercicio aeróbico es una potente medida para contrarrestar la sarcopenia en las personas mayores.

Yamada et al., (2019) en su estudio tuvieron una muestra de 112 adultos mayores con sarcopenia, que los dividieron aleatoriamente en 4 grupos, con 28 adultos mayores en cada grupo. Los grupos consistieron en: entrenamiento de fuerza combinado con suplementos nutricionales, grupo de entrenamiento de fuerza solo, grupo de suplementación nutricional sola y el grupo de control. El programa de entrenamiento de fuerza tenía una duración de 30 minutos y estaba realizado con el peso corporal, con velocidades de movimiento lentas, 2 veces a la semana durante 12 semanas. Los 30 minutos de entrenamiento estaban divididos en 5 minutos dedicados al calentamiento, 20 minutos del programa de ejercicios de fuerza y 5 minutos de actividades de vuelta a la calma. Los ejercicios realizados fueron: flexión del tronco, flexión de cadera, extensión de cadera, abducción de la cadera, aducción de la cadera, extensión de rodilla y flexión plantar del tobillo. Realizaron 3 series de 20 repeticiones para cada ejercicio. Los suplementos nutricionales que se administraron fueron suplementos de proteínas y vitamina D todos los días a los participantes del grupo combinado y del grupo de sólo suplementación durante las 12 semanas. Contenían 10 gramos de proteína. Se midió la intensidad del eco en el músculo del muslo por medio de un dispositivo de ultrasonidos, también se evaluó la intensidad del eco del recto femoral y del vasto intermedio o músculo crural. La fuerza de extensión de rodilla se midió con un dinamómetro manual. Para calcular la masa muscular esquelética se utilizó impedancia bioeléctrica. Por último, para calcular la función física se obtuvieron las cinco mediciones siguientes: tiempo de marcha cómoda de 5 minutos, tiempo de marcha máxima de 5 minutos, equilibrio de pie con una pierna, prueba de sentarse y levantarse en silla de 5 repeticiones y la fuerza de agarre. Los participantes del grupo



en adultos mayores

combinado tuvieron mejoras significativamente mayores en la extensión de rodilla, el ángulo de fase y la intensidad del eco del recto femoral, comparados con cualquier otro grupo. Además, los participantes del grupo combinado tuvieron una mejora importante en la masa muscular apendicular que los demás grupos, y estos participantes y el grupo de entrenamiento tuvieron una mejora significativamente mayor en el tiempo máximo de marcha que el grupo de control. Con lo cual, llegan a la conclusión de que confirman que el entrenamiento de fuerza con el peso corporal y la suplementación con proteínas y vitamina D en la calidad muscular y la fuerza en adultos mayores con sarcopenia.

Yoo et al., (2020) en su estudio la muestra fue de 3937 individuos de 40 años o más. Definieron la sarcopenia como una masa muscular esquelética apendicular dividida por el peso (%) de  $<1$ . Los niveles de ejercicio aeróbico y de fuerza se calcularon basándose en las directrices de la OMS. En cuanto a la parte aeróbica lo definieron como 150 minutos de intensidad moderada o 75 minutos de ejercicio vigoroso. En cuanto al ejercicio de fuerza lo definieron como 2 días a la semana. La sarcopenia estaba presente en más de la mitad de los adultos de mediana edad y mayores. Tener una dieta de alta calidad, el aumento de la actividad física y la salud psicológica positiva se asociaron con una baja prevalencia de la sarcopenia.

Zhu et al., (2019) en su ensayo aleatorio tuvieron una muestra de 113 adultos mayores chinos de 65 años o más, que tenían sarcopenia. Los participantes se dividieron en 3 grupos: programa de ejercicio solo, programa combinado de ejercicio y suplementación nutricional o grupo control. Se recogieron datos al inicio, a las 12 semanas y al final de las 24 semanas que duró el programa. Se realizaron dos sesiones de ejercicio en grupo y una sesión de ejercicio en casa durante 12 semanas. Los ejercicios en grupo constaban de 5-10 minutos de calentamiento, 20-30 minutos de ejercicios de fuerza en silla utilizando Thera-Bands, 20 minutos de ejercicios aeróbicos y 5-10 minutos de vuelta a la calma. El suplemento nutricional consistió en dos sobres de Ensure NutriVigor diariamente desde el inicio hasta las 12 semanas. Cada sobre contenía 8,61 gramos de proteína. Al grupo control se les pidió que mantuvieran sus actividades físicas habituales y hábitos alimenticios durante el periodo de estudio de 6 meses. No se observaron diferencias entre grupos en la velocidad de la marcha entre la línea de base y las 12 semanas. La mejora de la masa

en adultos mayores

muscular magra, especialmente en los miembros inferiores sólo se observó en el grupo combinado. En comparación con el grupo control, la extensión de piernas, la prueba de 5 veces sentarse y levantarse en una silla, y el nivel de actividad física mostraron una mejora significativa en ambos grupos de intervención desde el inicio hasta la semana 12. Sin embargo, no se observó ningún efecto aditivo del suplemento nutricional. A las 24 semanas, se mantuvieron algunas mejoras en la extensión de piernas y en la prueba de la silla en ambos grupos de intervención en comparación con el grupo de control. La reducción de las deficiencias en la actividad diaria tendió a ser mayor en el grupo combinado que en los otros dos grupos durante las 12 semanas, sin embargo, no se mantuvo en la evaluación de las 24 semanas. El estado de salud aumentó en todos los grupos durante el periodo de estudio, pero no se observaron diferencias significativas entre los grupos.

## 5. Discusión

La combinación de ejercicio físico de fuerza y suplementos nutricionales en adultos mayores mejora la calidad y la fuerza muscular en adultos mayores que padecen sarcopenia como podemos ver en estudios como el de Yamada et al., (2019). Por lo tanto, incorporándose a este campo de investigación, esta revisión pretende buscar y encontrar qué tipo de entrenamiento y suplementación según los diferentes autores es más efectivo para combatir esta patología. Aquel objetivo es un tema relevante ya que este síndrome geriátrico en adultos mayores se sitúa en torno al 14-33% en Europa y mucho mayor en España con un 37%. (Cebrià et al., 2018). En esta discusión, se dedicará a describir, sintetizar y evaluar los distintos resultados de los artículos resumidos previamente. Por lo tanto, se ha visto en la comparación de los métodos y resultados escogidos que se pueden utilizar distintos métodos de entrenamiento y suplementación para combatir y mejorar la sarcopenia.

Hubo estudios que analizaban los efectos del ejercicio físico, en especial ejercicio de fuerza sobre pacientes con sarcopenia como los estudios de Cebrià et al., (2018) o Chen et al., (2021). En cambio, otros estudios además de analizar los efectos del ejercicio físico analizaron los efectos de la suplementación y los efectos de la suplementación combinada con el ejercicio para combatir y mejorar la sarcopenia.



## Efectos del entrenamiento de fuerza y la suplementación en la sarcopenia en adultos mayores

En primer lugar, estudios como de Cebrià et al., (2018) o Chen et al., (2021) pudieron comprobar que el entrenamiento de fuerza tuvo resultados muy positivos sobre el aumento de la masa muscular esquelética apendicular, la extensión isométrica de rodilla, la fuerza de agarre, que cuando nos vamos haciendo mayores es un componente muy importante, la flexión del brazo que al igual que lo anterior es muy importante también para actividades de la vida cotidiana. Además, también hubo mejoras en la fuerza muscular y en la velocidad de marcha. Cebrià et al., (2018) en su estudio también realizaron ejercicio sobre la musculatura respiratoria y tuvieron resultados satisfactorios en las presiones inspiratorias y espiratorias máximas. Todos los estudios pudieron comprobar que el ejercicio físico tenía resultados satisfactorios sobre la sarcopenia. Jung et al. (2019) en su estudio de entrenamiento a modo de circuito de fuerza también mostraron una mejora de la composición corporal, el equilibrio, la función muscular y la función pulmonar. Sen et al., (2021) en su programa de ejercicios en casa consiguieron mejorar la marcha y las puntuaciones en la Escala de Equilibrio de Berg. Trappe et al., (2011) en estudio de ejercicios de fuerza en personas mayores de 63 años con sarcopenia vieron como aumentó la masa muscular en un 10,5%.

En segundo lugar, autores como Caballero-García et al., (2021) utilizaron la suplementación, en este caso con citrulina, para mejorar la sarcopenia, realizaron diferentes pruebas físicas y extracciones de sangre al principio y al final de la intervención. La fuerza y la resistencia mostraron una tendencia a aumentar en el grupo de suplementación, pero no hubo diferencias significativas respecto al grupo placebo. Los marcadores de daño muscular, así como los niveles circulantes de testosterona, cortisol y vitamina D no mostraron cambios, pero sí una tendencia a mejorar al final de la intervención en el grupo suplementado en comparación con el placebo. Lo único que mejoró significativamente fue la velocidad de marcha en el grupo de suplementación respecto al placebo.

Por otro lado, otros autores como Candow et al., (2015) o Kim et al., (2012) evaluaron la efectividad del ejercicio físico y la suplementación en la sarcopenia. No todos los autores utilizaron el mismo tipo de suplementación, pero sí todos llegaron a las mismas conclusiones. Autores como Candow et al., (2015) utilizaron suplementación con creatina y los resultados mostraron que la suplementación con creatina aumentó



la masa del tejido magro más que el grupo placebo, que sólo realizaron entrenamiento de fuerza sin suplementarse. Kim et al., (2012) utilizaron suplementación con aminoácidos y observaron que la proporción de mejora de la fuerza de extensión de rodilla fue más de cuatro veces más grande en el grupo de ejercicio y suplementación que en el grupo de sólo ejercicio. Mafi et al., (2021) en su ensayo controlado utilizaron suplementación con epicatequina y observaron un aumento en la follistatina y en la relación follistatina/miostatina, la prensa de piernas y el press para pectoral en el grupo de ejercicio y suplementación en comparación con los grupos de sólo ejercicio, sólo suplementación y el grupo placebo. Mori y Tokuda., (2018) y Nabuco et al., (2018) en sus estudios la suplementación que utilizaron fue proteína de suero y tuvieron como resultado que el grupo combinado obtuvo más masa muscular que los otros grupos. Además, hubo mayor incremento en la fuerza muscular. Con la suplementación de proteína después del ejercicio de fuerza tuvieron ligeramente mejores resultados que antes del ejercicio. (Nabuco et al., 2018). Nakayama et al., (2021) utilizaron suplementos de proteína de leche y observaron que la masa corporal aumentó significativamente, además de que la masa grasa y los niveles de ácido úrico en plasma disminuyeron significativamente. Yamada et al., (2019) usaron suplementación de proteínas con vitamina D, y tuvieron una mejora significativa en la intensidad de eco del recto femoral y en la extensión de rodilla el grupo combinado respecto a los otros grupos, además se aumentó la masa muscular en adultos con sarcopenia. Por lo tanto, aunque se utilizaron distintos tipos de proteína en los diversos estudios, la suplementación combinada con el ejercicio físico de fuerza tuvo mejoras en los adultos con sarcopenia. Siendo mejor la combinación de entrenamiento con suplementación nutricional que solo entrenar o solo suplemento.

En cuanto al entrenamiento de fuerza, no puede establecerse un método de entrenamiento definido claro, ya que existen diferencias importantes y una gran variedad de modos de entrenamiento a la hora de diseñar los programas de ejercicio. Autores como Candow et al., hicieron un entrenamiento de fuerza de cuerpo completo con ejercicios como prensa de piernas, press de banca o press para pectoral, extensión de brazos, press de hombro, extensión de piernas, extensión de tríceps, curl de bíceps, prensa para gastrocnemios, extensión de espalda y Crunch abdominal. Todo ello realizado en máquinas y ejecutando 3 series de 10 repeticiones llegando al



en adultos mayores

fallo muscular con 1-2 minutos de descanso. Jung et al., en su programa de entrenamiento en circuito también realizó mucha variedad de ejercicios como caminar sobre el sitio, sentadilla con press de hombros, twist dash, zancadas, jumping jacks, patada de glúteo, flexiones, crunch abdominal, puente de cadera y ejercicio de pájaro para deltoides posterior. Todo esto realizado al 60-80% de la FC máxima. Kim et al., (2012) además de realizar ejercicios de fuerza del tren superior e inferior llegando a 8 repeticiones con una intensidad entre 12 y 14 en la escala de Borg, entrenaron también el equilibrio estático, dinámico y lateral, con ejercicios como estar de pie sobre una pierna, desplazamientos multidireccionales del peso, levantarse en tándem y caminar. Mafi et al., (2021) entrenaron a modo de hipertrofia, trabajando entre 8-12 repeticiones con una intensidad del 60-80% del 1RM y con un descanso de 90 segundos entre series, calculando el RM previamente. Nabuco et al., (2018) realizaron un entrenamiento de fuerza similar al de Mafi et al., (2021) realizando 8 ejercicios para todo el cuerpo: press de banca, prensa horizontal, remo sentado, extensión de rodillas, curl predicador con peso libre, curl de pierna, flexión de tríceps y elevación de gastrocnemio sentado. Nakayama et al., (2021) también trabajaron a una intensidad del 70% del 1RM a 12 repeticiones, realizando 6 ejercicios con el peso corporal y 6 ejercicios con balón medicinal.

La discusión elaborada a partir de los diferentes estudios seleccionados para esta revisión bibliográfica muestra que hay evidencia significativa que el entrenamiento de fuerza realizado con diversos métodos combinado con suplementación de creatina, proteínas y demás aminoácidos y el entrenamiento de fuerza por sí sólo, consiguen mejorar la sarcopenia y el estilo de vida de las personas que la padecen. No obstante, se debe tomar en consideración que muchos de los ensayos aleatorios presentes tienen muestras de población pequeñas, y que los métodos de intervención como puede ser el tipo de entrenamiento de fuerza, la intensidad, el descanso, la duración del entrenamiento, la frecuencia y el tipo de suplementación utilizada son muy heterogéneos. Además, el tipo de suplementación que se ha utilizado en cada estudio es muy variado.

## 6. Futuras líneas de investigación

En cuanto a los métodos de entrenamiento utilizados en los diferentes estudios, se puede decir que, aunque todos hayan tenido buenos resultados, queda por resolver la aplicación de diferentes métodos y ver cual tiene mejores resultados. En estudios como los de Trappe et al., (2011) se comparaban el ejercicio de fuerza con el ejercicio aeróbico y veían sus efectos sobre la masa muscular. Realizar un estudio de este estilo, pero comparando distintos métodos de entrenamiento de fuerza y ver cuál sería más eficaz en adultos mayores con sarcopenia, es lo que faltaría por resolver.

Además, en futuros estudios se podría investigar sobre el diferente uso de los suplementos deportivos sobre el mismo programa de entrenamiento, con tomas en distintas tomas a lo largo del día y comprobar la efectividad sobre el entrenamiento y sobre la propia sarcopenia. Además, comparar la efectividad de distintos suplementos sobre un mismo programa de ejercicios.

Por lo tanto, ya hemos visto que hay muchos métodos de entrenamiento y suplementos que son efectivos a la hora de tratar la sarcopenia, pero no sabemos que método y que suplemento o suplementos son los más idóneos para combatirla. Lo ideal sería realizar diferentes estudios a largo plazo, en los que se pudiesen comparar distintos métodos de entrenamiento que sabemos que son efectivos y distintos suplementos que sabemos que son efectivos también.

También hay que tener en cuenta que según la edad hay métodos y ejercicios que son más oportunos y otros que no serían adecuados. En estudios como los de Mori & Tokuda., (2018) y Kim et al., (2012), trabajaron con gente de mayor edad y tuvieron que adaptar ejercicios realizando ejercicios en silla con una menor intensidad y porcentaje de carga sobre el 1RM. Por lo cual, lo que a un determinado grupo de personas les puede provocar resultados y sensaciones satisfactorias durante el programa, a otras personas por edad o por condiciones físicas distintas puede no resultarles tan efectivo. Se puede decir que hay bastante individualización sobre lo que puede ser más efectivo porque depende mucho de la condición de la persona y del grado de sarcopenia que tenga, pero es algo que puede seguir estudiándose y obtener información que pueda ayudar a mejorar la calidad de vida y la condición física de las personas que lo padecen.

## 7. Conclusiones

Como hemos visto en el desarrollo de esta revisión, el estado actual de la investigación científica pone en evidencia que el entrenamiento de fuerza combinado con suplementación deportiva es beneficioso para prevenir y mejorar la sarcopenia.

En respuesta al objetivo general, se concluye que el ejercicio físico combinado con suplementación deportiva ayuda a aumentar la masa muscular, la fuerza y la calidad de vida en adultos mayores que padecen sarcopenia. Todos los estudios revisados llegan a la misma conclusión, pero utilizando métodos diferentes de entrenamiento, llegando a la conclusión de que el entrenamiento de fuerza es el ideal para mejorar la sarcopenia. También se ha visto efectos beneficiosos del ejercicio combinado con la suplementación, que ayuda a mejorar el rendimiento y los resultados fueron mejores utilizando esta combinación.

En respuesta al objetivo secundario número 1, se confirma la importancia del ejercicio físico de fuerza independientemente de la edad para mantener un buen estado de salud y prevenir la sarcopenia. El tipo específico de entrenamiento de fuerza más efectivo no está del todo claro ya que todos los métodos mostraron resultados satisfactorios similares. No obstante, la mayoría propusieron trabajar con cargas alrededor del 70% del RM, realizando 8-12 repeticiones, 3-4 series y obtuvieron resultados muy positivos.

En respuesta al objetivo secundario número 2, los suplementos que mostraron más efectividad fueron la proteína de leche y la creatina. La información disponible no permite establecer diferencias de efectividad entre unos tipos de suplementos y otros. Además, se observa la importancia del ejercicio de fuerza por delante de la suplementación a la hora de conseguir resultados, ya que el aumento de la masa muscular fue mayor en el grupo de ejercicio solamente que en el de suplementos solamente en los diferentes artículos revisados.

Por lo tanto, llegamos a la conclusión de que el ejercicio de fuerza es la principal vía para conseguir masa muscular, pero la combinación de estos dos sería lo ideal para aplicar en adultos mayores con sarcopenia.

Con lo cual, los suplementos deportivos por sí solos pueden llegar a aumentar la masa muscular, pero para que sea más efectivo lo ideal es combinar los suplementos deportivos con el ejercicio físico de fuerza.

## 8. Referencias bibliográficas

- Brook, M. S., Wilkinson, D. J., Smith, K., & Atherton, P. J. (2016). The metabolic and temporal basis of muscle hypertrophy in response to resistance exercise. *European Journal of Sport Science*, 16(6), 633–644. <https://doi.org/10.1080/17461391.2015.1073362>
- Caballero-García, A., Pascual-Fernández, J., Noriega-González, D. C., Bello, H. J., Pons-Biescas, A., Roche, E., & Córdova-Martínez, A. (2021). L-Citrulline Supplementation and Exercise in the Management of Sarcopenia. *Nutrients*, 13(9). <https://doi.org/10.3390/nu13093133>
- Candow, D. G., Vogt, E., Johannsmeyer, S., Forbes, S. C., & Farthing, J. P. (2015). Strategic creatine supplementation and resistance training in healthy older adults. *Applied Physiology, Nutrition & Metabolism*, 40(7), 689–694. <https://doi.org/10.1139/apnm-2014-0498>
- Cebrià i Iranzo, M. À., Balasch-Bernat, M., Tortosa-Chuliá, M. À., & Balasch-Parisi, S. (2018). Effects of Resistance Training of Peripheral Muscles Versus Respiratory Muscles in Older Adults With Sarcopenia Who are Institutionalized: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Aging & Physical Activity*, 26(4), 637–646. <https://doi.org/10.1123/japa.2017-0268>
- Chen, G.-B., Lin, C.-W., Huang, H.-Y., Wu, Y.-J., Su, H.-T., Sun, S.-F., & Tuan, S.-H. (2021). Using Virtual Reality–Based Rehabilitation in Sarcopenic Older Adults in Rural Health Care Facilities—A Quasi-Experimental Study. *Journal of Aging & Physical Activity*, 29(5), 866–877. <https://doi.org/10.1123/japa.2020-0222>
- Jung, W.-S., Kim, Y.-Y., & Park, H.-Y. (2019). Circuit Training Improvements in Korean Women with Sarcopenia. *Perceptual and Motor Skills*, 126(5), 828–842. <https://doi.org/10.1177/0031512519860637>



## Efectos del entrenamiento de fuerza y la suplementación en la sarcopenia en adultos mayores

- Kim, H. K., Suzuki, T., Saito, K., Yoshida, H., Kobayashi, H., Kato, H., y Katayama, M. (2012). Effects of Exercise and Amino Acid Supplementation on Body Composition and Physical Function in Community-Dwelling Elderly Japanese Sarcopenic Women: A Randomized Controlled Trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 60(1), 16–23. <https://doi.org/10.1111/j.15325415.2011.03776.x>
- Mafi, F., Biglari, S., Ghardashi Afousi, A., & Gaeini, A. A. (2019). Improvement in Skeletal Muscle Strength and Plasma Levels of Follistatin and Myostatin Induced by an 8-Week Resistance Training and Epicatechin Supplementation in Sarcopenic Older Adults. *Journal of Aging & Physical Activity*, 27(3), 384–391. <https://doi.org/10.1123/japa.2017-0389>
- Mori, H., y Tokuda, Y. (2018). Effect of whey protein supplementation after resistance exercise on the muscle mass and physical function of healthy older women: A randomized controlled trial. *Geriatrics & Gerontology International*, 18(9), 1398–1404. <https://doi.org/10.1111/ggi.13499>
- Nabuco, H. C. G., Tomeleri, C. M., Sugihara Junior, P., Fernandes, R. R., Cavalcante, E. F., Antunes, M., Ribeiro, A. S., Teixeira, D. C., Silva, A. M., Sardinha, L. B., y Cyrino, E. S. (2018). Effects of Whey Protein Supplementation Pre- or Post-Resistance Training on Muscle Mass, Muscular Strength, and Functional Capacity in Pre-Conditioned Older Women: A Randomized Clinical Trial. *Nutrients*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/nu10050563>
- Nakayama, K., Saito, Y., Sanbongi, C., Murata, K., & Urashima, T. (2021). Effects of low-dose milk protein supplementation following low-to-moderate intensity exercise training on muscle mass in healthy older adults: a randomized placebo-controlled trial. *European Journal of Nutrition*, 60(2), 917–928. <https://doi.org/10.1007/s00394-020-02302-4>



Roubenoff, R. (2001). Origins and Clinical Relevance of Sarcopenia. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 26(1), 78–89. <https://doi.org/10.1139/h01-006>

Sen, E. I., Eyigor, S., Dikici Yagli, M., Ozcete, Z. A., Aydin, T., Kesiktas, F. N., Aydin, F. Y., Vural, M., Sahin, N., & Karan, A. (2021). Effect of Home-Based Exercise Program on Physical Function and Balance in Older Adults With Sarcopenia: A Multicenter Randomized Controlled Study. *Journal of Aging & Physical Activity*, 29(6), 1010–1017. <https://doi.org/10.1123/japa.2020-0348>

Sgrò, P., Sansone, M., Sansone, A., Sabatini, S., Borrione, P., Romanelli, F., & Di Luigi, L. (2019). Physical exercise, nutrition and hormones: three pillars to fight sarcopenia. *Aging Male*, 22(2), 75–88. <https://doi.org/10.1080/13685538.2018.1439004>

Tarnopolsky, M. A., & Safdar, A. (2008). The potential benefits of creatine and conjugated linoleic acid as adjuncts to resistance training in older adults. *Applied Physiology, Nutrition & Metabolism*, 33(1), 213–227. <https://doi.org/10.1139/H07-142>

Trappe, T. A., Konopka, A. R., Carroll, C. C., Dickinson, J. M., Trappe, S. W., & Harber, M. P. (2011). Aerobic vs. Resistance Exercise for Combating Sarcopenia in Older Individuals: A Case Study. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43, 145. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000403107.91019.c6>

Yamada, M., Kimura, Y., Ishiyama, D., Nishio, N., Otobe, Y., Tanaka, T., Ohji, S., Koyama, S., Sato, A., Suzuki, M., Ogawa, H., Ichikawa, T., Ito, D., y Arai, H. (2019). Synergistic effect of bodyweight resistance exercise and protein supplementation on skeletal muscle in sarcopenic or dynapenic older adults. *Geriatrics & Gerontology International*, 19(5), 429–437. <https://doi.org/10.1111/ggi.13643>



en adultos mayores

Yoo, S., Kim, D.-Y., & Lim, H. (2020). Sarcopenia in relation to nutrition and lifestyle factors among middle-aged and older Korean adults with obesity. *European Journal of Nutrition*, 59(8), 3451–3460. <https://doi.org/10.1007/s00394-020-02179-3>

Zhu, L.-Y., Chan, R., Kwok, T., Cheng, K. C.-C., Ha, A., y Woo, J. (2019). Effects of exercise and nutrition supplementation in community-dwelling older Chinese people with sarcopenia: a randomized controlled trial. *Age and Ageing*, 48(2), 220–228. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy179>