Trabajo Final de Carrera

“Beneficios de la aplicación de ejercicios de resistencia para prevenir y controlar la sarcopenia en adultos mayores”

Revisión Narrativa.

Apellido y Nombre del Alumno: *Karsten Maia Alice.*

Apellido y Nombre del Tutor: *Andrés Amadeo Ciarmatori*

“Beneficios de la aplicación de ejercicios de resistencia para prevenir y controlar la sarcopenia en adultos mayores”

Revisión Narrativa.

Resumen

Introducción: La sarcopenia es una condición prevalente en los adultos mayores, caracterizada por la pérdida progresiva de masa y fuerza muscular. Esta condición afecta negativamente la calidad de vida y la independencia funcional de los ancianos, incrementando el riesgo de caídas y, por lo tanto, la morbilidad y la mortalidad.

Objetivos: Evaluar la efectividad del ejercicio de resistencia como una estrategia para prevenir y controlar la sarcopenia en adultos mayores mediante una revisión narrativa de la literatura científica.

Métodos: Se realizó una búsqueda exhaustiva en 6 bases de datos: PubMed, EMBASE, Cochrane Library, Web Of Science, Scopus y PEDro seleccionando finalmente 19 artículos de 794 iniciales tras la aplicación de los criterios de exclusión e inclusión, con objeto de evaluar la relación entre el ejercicio de resistencia y la sarcopenia en personas mayores de 65 años.

Resultados: La revisión de 19 estudios seleccionados muestra que el ejercicio de resistencia mejora significativamente la masa y la fuerza muscular, así como la funcionalidad física en personas mayores. Los resultados varían según el tipo de ejercicio, la dosificación y la adherencia al programa de entrenamiento. Se destaca la necesidad de adaptar los programas de ejercicio a las condiciones individuales de los pacientes y su contexto.

Conclusión: El ejercicio de resistencia es una intervención eficaz para prevenir y tratar la sarcopenia en adultos mayores. Es crucial la formación de los fisioterapeutas para diseñar e implantar programas de ejercicio personalizados para maximizar los beneficios entre la población anciana.

Las palabras clave utilizadas han sido: sarcopenia, ejercicio de resistencia, adultos mayores, prevención, fuerza muscular

"Benefits of applying resistance exercises to prevent and control sarcopenia in older adults"

Narrative Review.

Abstract

Introduction: Sarcopenia is a prevalent condition in older adults, characterized by the progressive loss of muscle mass and strength. This condition negatively impacts the quality of life and functional independence of the elderly, increasing the risk of falls, morbidity and mortality.

Objective: To evaluate the effectiveness of resistance exercise as a strategy to prevent and control sarcopenia in older adults through a bibliographic review of scientific literature.

Material and Methods: An exhaustive search was conducted in 6 databases: PubMed, EMBASE, Cochrane Library, Web of Science, Scopus, and PEDro. From an initial 794 articles, 19 were selected after applying exclusion and inclusion criteria to evaluate the relationship between resistance exercise and sarcopenia in individuals aged 65 and older.

Results: The review of 19 selected studies shows that resistance exercise significantly improves muscle mass and strength, as well as physical functionality in older adults. The results vary depending on the type of exercise, dosage, and adherence to the training program. The need to tailor exercise programs to individual patient conditions and contexts is highlighted.

Conclusion: Resistance exercise is an effective intervention to prevent and treat sarcopenia in older adults. It is crucial for physiotherapists to be trained in designing and implementing personalized exercise programs to maximize benefits among the elderly population.

Keywords: sarcopenia, resistance exercise, older adults, prevention, muscle strength.

Contenido

1. Introducción 4
2. Material y Métodos 5
3. Resultados
3.1 Efectividad en función de la edad 6
3.2 Efectividad en función del sexo 6
3.3 Tipos de ejercicios de resistencia realizados 6
3.4 Dosificación de los ejercicios de resistencia 7
3.5 Parámetros e instrumentos de medida utilizados en los estudios revisados 7
3.6 Efectividad del ejercicio de resistencia para prevenir la sarcopenia 7
4. Discusión 7
5. Conclusión 9
6. Anexo
Tabla 1. Artículos seleccionados y sus resultados. 10
7. Bibliografía 12

1. Introducción

Según los últimos estudios realizados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), el estrato poblacional compuesto por los adultos mayores (60 años o más) superarán el 16% de la población mundial en el año 2050; lo que supone un aumento importante si lo comparamos con los datos de 2015, dónde dicha población suponía el 10% (1). Este incremento demográfico de ensanchamiento de la cúspide poblacional supone un desafío importante para la salud pública (2), ya que el propio envejecimiento viene acompañado de multitud de cambios fisiológicos y patológicos, entre los que podemos encontrar la sarcopenia.

La pérdida progresiva de masa muscular asociada a la edad, conocida como sarcopenia, es una condición común que acompaña al proceso de envejecimiento. La instauración de este proceso degenerativo supone, en primer lugar, una disminución de la calidad de vida de los pacientes, al mermar su capacidad funcional y su autonomía, aumentando el grado de dependencia. También, favorece la aparición de complicaciones en términos de salud como, por ejemplo, el aumento del riesgo de caídas, lo que provoca un incremento de las hospitalizaciones, favoreciendo la discapacidad y, en el peor de los casos, un aumento de la mortalidad, como indicó The European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) en 2018 (3)(4). Por lo tanto, la sarcopenia constituye un claro indicador sobre la supervivencia y el riesgo de sufrir complicaciones por parte de los pacientes geriátricos.

Toda condición en el ser humano tiene un comienzo y la sarcopenia no es la excepción. Dentro de los mecanismos que podrían intervenir en el inicio y la progresión de la sarcopenia cabe destacar la síntesis proteica, proteólisis, integridad neuromuscular y contenido de grasa muscular (5). En un sujeto con la condición de sarcopenia pueden intervenir varios factores y las contribuciones relativas de éstos pueden variar con el tiempo (Fig. 1).

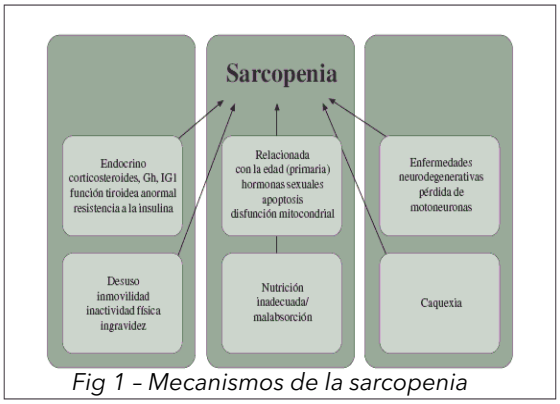


Fig 1 – Mecanismos de la sarcopenia

La etiología de la sarcopenia es multifactorial, y su progresión se atribuye generalmente a cambios relacionados con la edad en el músculo esquelético: un aumento de la pérdida, o la resistencia a los factores anabólicos.

Por este motivo, las estrategias de prevención dirigidas a evitar la aparición de la sarcopenia se presentan como una alternativa eficaz frente a los tratamientos médicos. En este sentido, la prevención basada en el ejercicio terapéutico se asienta como una alternativa factible para combatir las consecuencias del envejecimiento. Entre las diferentes propuestas, el ejercicio de resistencia, avalado por la evidencia científica, constituye una intervención idónea para mejorar la fuerza muscular y, como consiguiente, el mantenimiento de la masa muscular, así como el aumento de la calidad de vida al favorecer la independencia funcional (6). Sin embargo, a pesar del aumento de la evidencia científica que respalda sus numerosos beneficios, existen ciertas lagunas sobre su aplicación en la prevención y tratamiento de la sarcopenia.

El ejercicio con resistencias nos permite trabajar los músculos mediante el uso del propio peso corporal o cargas externas (7), tanto de manera analítica como global, favoreciendo la síntesis de

proteína muscular y aumento de la densidad mineral ósea, disminuyendo significativamente la fragilidad senil y permitiendo un aumento de la esperanza de vida libre de enfermedad (8). Sin embargo, a pesar de los beneficios que presenta el ejercicio terapéutico, existen multitud de barreras que dificultan su implementación y adhesión en la población. Por ejemplo, la presencia de comorbilidades y limitaciones físicas, la polimedicación, la falta de conocimiento sobre los beneficios del ejercicio en la población geriátrica y la dificultad para el acceso a programas de entrenamiento pone de manifiesto la importancia de desarrollar estrategias de prevención para facilitar el acceso de los ancianos a planes de ejercicio con objeto de disminuir las complicaciones vinculadas al envejecimiento (9).

Desde la fisioterapia, uno de los métodos más recurrentes y eficaces para combatir la sarcopenia, es el trabajo de fuerza. Con este trabajo, se intenta lograr una ganancia de la masa muscular y de la fuerza, para tratar de mejorar la adaptación neuromuscular.

De igual forma, la comunidad científica debe aunar esfuerzos para conocer y comprender los mecanismos fisiológicos encargados de mantener un estado óptimo de masa muscular y densidad mineral ósea con objeto de desarrollar planes de acción que se adapten a la población de la tercera edad en términos de intensidad, frecuencia, duración y tipo de ejercicio, que permitan maximizar los beneficios del entrenamiento de resistencia. En este aspecto, ciertos organismos oficiales han tenido acercamientos para tratar la problemática a la que nos enfrentamos, pudiendo destacar la primera Asamblea sobre el Envejecimiento (1982), en la que se elaboró un informe conocido como Plan de Acción de Viena sobre el envejecimiento (10) con acciones específicas en temas de salud y nutrición, entre muchos otros. Convirtiéndose en el inicio del resto de políticas que buscan dignificar la figura del adulto mayor y promover una mayor independencia, así como la vida libre de enfermedad.

2. Material y Métodos

Diseño del estudio: Revisión narrativa de artículos científicos que tenían como objeto establecer la relación entre ejercicio de resistencia y la sarcopenia.

Población de estudio: Adultos mayores de ambos géneros, con edad mayor a 65 años.

Selección y tamaño de la muestra: Tras realizar la búsqueda en las seis bases de datos mencionadas anteriormente, se obtuvieron un total de 794 artículos que tras eliminar las entradas duplicadas y aplicar los criterios de exclusión e inclusión, un total de 19 artículos fueron seleccionados para la realización de esta revisión.

Como se puede observar en la Tabla 1, los tamaños muestrales en los estudios revisados fueron muy variables, oscilando entre 24 y 88 participantes. Por ejemplo, Mafi et al. (2019) incluyó solo 24 participantes, mientras que Han et al. (2020) evaluó a 88 individuos.

Además, para el análisis se contó únicamente con aquellos estudios cuyos grupos de intervención realizaban ejercicio de resistencia y, a su vez, el grupo de control no realizaba ninguna tarea de fuerza específica y no recibían tratamientos complementarios, disminuyendo el tamaño de la muestra.

Ámbito del estudio: Universitario.

Instrumento/s para la recolección de datos: Para el presente estudio de revisión narrativa se llevó a cabo una tabla, donde se volcaron los artículos, los autores, los temas, tamaño de muestra, frecuencia, duración, material y medición con el fin de comparar dichos estudios entre sí, poder analizarlos y llegar a un resultado global final.

3. Resultados

La revisión de 19 estudios seleccionados muestra que el ejercicio de resistencia mejora significativamente la masa y la fuerza muscular, así como la funcionalidad física en personas mayores. Los resultados varían según el tipo de ejercicio, la dosificación y la adherencia al programa de entrenamiento. Se destaca la necesidad de adaptar los programas de ejercicio a las condiciones individuales de los pacientes y su contexto.

3.1 Efectividad en función de la edad

Las edades de los participantes variaron entre 65 y 85 años. En algunos estudios, como el de Liao et al. (2020), los participantes se dividieron en subgrupos de edad lo que permitió analizar diferencias específicas.

Algunos estudios analizaron la efectividad del ejercicio de resistencia en diferentes grupos de edad. Seo et al. (2021) y Lichtenberg et al. (2019) encontraron que el ejercicio de resistencia fue efectivo tanto en adultos mayores jóvenes (65-75 años) como en adultos mayores de edad avanzada (75+ años), aunque los efectos fueron más pronunciados en los grupos más jóvenes.

En general, la mayoría de los estudios indican que, aunque todos los grupos de edad pueden beneficiarse del entrenamiento de fuerza, los sujetos más jóvenes (entre 65-75 años) tienden a experimentar mayores mejoras en la masa y fuerza muscular en comparación con los participantes de mayor edad (75+ años). Estos resultados pueden atribuirse a varios factores, incluyendo una mayor capacidad de adaptación muscular y una mejor recuperación.

3.2 Efectividad en función del sexo

La efectividad del ejercicio de resistencia en función del sexo fue evaluada en varios estudios. Herda y Nabavizadeh (2021) y Kirk et al. (2020) observaron mejoras significativas en la masa y fuerza muscular tanto en hombres como en mujeres, sin diferencias significativas entre sexos. No obstante, Flor-Rufino et al. (2023) sugiere que las mujeres postmenopáusicas pueden experimentar mayores beneficios en términos de reducción de fatiga muscular tras la intervención.

3.3 Tipos de ejercicios de resistencia realizados

Los ejercicios de resistencia utilizados en los diferentes artículos fueron los siguientes:

Cintas elásticas: En los estudios de Seo et al. (2021), Liao et al. (2020), Chen et al (2023), Strasser et al. (2022), y, por último, Benitalebi et al. (2021), las cintas elásticas de diferentes intensidades fueron el único material utilizado para generar mejoras en la masa y fuerza muscular.

Pesas libres (mancuernas) y máquinas: El empleo de material de gimnasio aparecen en los estudios de Flor-Rufino et al. (2023), Bagheri et al. (2022), Han et al. (2022), Mafi et al. (2019), Kemmler et al. (2021), Kirk et al. (2020), Ghasemikaram et al. (2021) y Lichtenberg et al. (2019).

Ejercicios de resistencia con el propio peso (funcionales): El uso del propio peso corporal como herramienta de fortalecimiento a través de ejercicios funcionales fue utilizada en los artículos de Thapa et al (2022) y Saengrut et al (2022).

Combinación de Ejercicios: Son varios los artículos que utilizaron diferentes ejercicios de resistencia para generar cambios en la masa y fuerza muscular de los individuos sujetos a estudios. Estos artículos fueron: Herda y Nabavizadeh (2021), Kemmler et al. (2020) y Lopez et al. (2020).

3.4 Dosificación de los ejercicios de resistencia

Duración del entrenamiento: Varió entre 8 y 24 semanas. La mayoría de los estudios utilizaron un periodo de 12 semanas.

Frecuencia del entrenamiento: Comúnmente 2-3 veces por semana.

Número total de sesiones: Varió entre 16 y 72 sesiones.

Tiempos de las sesiones: Generalmente entre 40-60 minutos por sesión.

3.5 Parámetros e instrumentos de medida utilizados en los estudios revisados

Según los resultados reflejados en la Tabla 1, la mayoría de los estudios utilizaron diferentes parámetros e instrumentos de medida para evaluar los resultados obtenidos. A continuación, se detallan algunos ejemplos:

Fuerza muscular: Se evaluó por medio de un dinamómetro la fuerza de agarre tras la intervención, como Seo et al. (2021), Flor-Rufino et al. (2023), Bagheri et al. (2022), et al. (2022), Thapa et al. (2022), Chen et al. (2023), Saengrut et al (2022), Strasser et al. (2022), Kirk et al. (2020), entre otros. También, se utilizó el test 1RM (1 Repetición Máxima) como en el artículo Kemmler et al. (2020), Herda y Nabavizadeh (2021) y Mafi et al. (2019) para evaluar el aumento de fuerza muscular tras la intervención.

Pruebas funcionales: Consiste en medir el tiempo que utiliza un sujeto en realizar una determinada actividad o el número de repeticiones que realiza antes de alcanzar la fatiga, cuyos resultados se evalúan en el binomio normalidad-patología. Las pruebas funcionales más utilizadas fueron: el Single Leg Stance (SLS), Gait Speed (GS), Time Up and Go (TUG) o tiempo para levantarse de una silla 5 veces (5TCS). Estos test aparecen en la mayoría de los estudios a excepción de Bagheri et al. (2022), Kirk et al. (2020), Benitalebi et al. (2021) que no utilizaron este tipo de pruebas.

3.6 Efectividad del ejercicio de resistencia para prevenir la sarcopenia

La mayoría de los estudios mostraron una relación positiva del ejercicio de resistencia para prevenir la sarcopenia. En concreto, los estudios de Bagheri et al. (2022) y Mafi et al. (2019) reportaron mejoras significativas en la masa y fuerza muscular en los grupos de intervención en comparación con los grupos de control. Aun así, algunos estudios, como el de Kemmler et al. (2020), no encontraron diferencias significativas entre los grupos de intervención y control, lo que sugiere que otros factores pueden influir en la efectividad del ejercicio.

4. Discusión

Esta revisión narrativa tiene como objetivo analizar la evidencia científica existente sobre el ejercicio de resistencia como herramienta para prevenir la sarcopenia en personas mayores. Los resultados hallados en los diferentes artículos científicos indican que el ejercicio de resistencia tiene un efecto positivo tanto en la masa como en la fuerza muscular de los adultos mayores, sufriendo variaciones según el tipo de ejercicio y la dosificación empleada.

En general, los estudios revisados confirman que el ejercicio de resistencia es efectivo para reducir la incidencia de sarcopenia en la población geriátrica. Los estudios de Bagheri et al. (2022), Mafi et al. (2019) y Kirk et al. (2020) demostraron mejoras significativas en la masa muscular y la fuerza. Además, tanto hombres como mujeres se beneficiaron del ejercicio de resistencia, no existiendo diferencias significativas entre ambos sexos. Por ejemplo, el estudio de Herda y Nabavizadeh (2021) mostró mejoras en la calidad muscular y capacidad funcional en

ambos grupos. Saengrut et al. (2022) también observó mejoras significativas en la masa muscular y velocidad de la marcha. Thapa et al. (2022) encontró beneficios en la masa muscular y función física en adultos mayores con enfermedades crónicas. Aun así, Flor-Rufino et al. (2023) evidenció que las mujeres postmenopáusicas pueden experimentar mayores beneficios en términos de reducción de fatiga muscular al practicar ejercicios de resistencia.

Por un lado, los tamaños muestrales y el rango de edades varían entre los estudios, sin embargo, la totalidad de los estudios incluyeron adultos mayores de 65 años. Otros se centraron en poblaciones específicas como mujeres postmenopáusicas o pacientes con enfermedades crónicas. Por ejemplo, el estudio de Liao et al. (2020) se centró en mujeres con reemplazo total de rodilla y Han et al. (2022) en pacientes con sarcopenia tras reemplazo de cadera. Lichtenberg et al. (2019), Mafi et al (2019), Saengrut et al. (2022), Chen et al. (2023), Ghasemikaram et al. (2021), Benitalebi et al. (2021) exploraron los efectos del ejercicio en hombres mayores con osteosarcopenia, siendo necesario estudios más específicos. El resto se centraron en la población geriátrica con riesgo de sufrir sarcopenia.

Por otro lado, los tipos de ejercicios de resistencia utilizados varían desde el uso de pesas libres y máquinas, hasta bandas elásticas y ejercicios funcionales. Los estudios que utilizaron pesas libres (mancuernas) y máquinas, como el de Bagheri et al. (2022), Flor-Rufino et al (2023), Han et al (2022), Mafi F et al (2019), Kemmler et al. (2021), Kirk et al (2020), Ghasemikaram et al. (2021) y Lichtenberg T et al. (2019); reportaron mejoras significativas en la fuerza y masa muscular, siendo altamente efectivos, Sin embargo, requieren acceso a material de gimnasio. Por otro lado, los estudios que emplearon bandas elásticas, como el de Seo et al. (2021), Chen et al (2023), Liao et al. (2020), Strasser et al. (2022) y Benitalebi et al. (2021); mostraron mejoras notables en la función muscular y en la composición corporal. Además, constituye un material accesible y realmente útil, facilitando la adherencia de los participantes. Otros estudios optaron por combinar diferentes tipos de ejercicio de resistencia, Herda y Nabavizadeh (2021), Lopez et al. (2020) y Kemmler et al. (2020), encontrando resultados similares pudiendo generar recomendaciones de cara a la práctica deportiva, según criterios de accesibilidad y facilidad de ejecución.

Por último, encontramos aquellos estudios que utilizaron el propio peso corporal de los participantes para la realización de ejercicios funcionales de resistencia, como sucede en: Thapa et al (2022), Saengrut et al. (2019) y Kemmler et al. (2020); observándose mejoras en la función muscular y un aumento de la masa magra; convirtiéndose en una opción idónea para programas desarrollados en el hogar o residencias de ancianos. En general, todos los tipos de ejercicios de resistencia parecen ser útiles, aunque la elección de éste puede depender de las condiciones individuales del paciente y de su contexto.

La dosificación del entrenamiento varía entre los diferentes estudios, pero la frecuencia más utilizada en las diferentes intervenciones es de 2-3 sesiones por semana durante al menos 8-12 semanas de tratamiento. Bagheri et al. (2022) y Mafi et al. (2019) utilizaron tres sesiones semanales durante ocho semanas, mientras que Banitalebi et al. (2021) implementaron un programa de 12 semanas con tres sesiones por semana. La mayoría de los estudios encontraron que esta dosificación es efectiva para mejorar la masa y fuerza muscular, aunque podría ser necesario ajustar la intensidad y duración según las necesidades individuales. Por ejemplo, Strasser et al. (2022) destacó la importancia de programas individualizados según el nivel de condición física de los participantes y sus patologías.

Los estudios utilizaron diversas herramientas para medir los cambios generados por el ejercicio de resistencia en los participantes. Por un lado, encontramos que se usaron las pruebas funcionales como Time Up and Go Test (TUG), el Chair Stand Test (5TCS) o el Six Minutes Walk Test (6MWT). La DXA para medir la masa muscular, mientras que la dinamometría se utilizó para evaluar la fuerza de agarre. Los estudios que utilizaron estas herramientas, como Chen et al. (2023) y Ghasemikaram et al. (2021), pudieron evidenciar mejoras significativas en la masa y fuerza muscular. Aquellos estudios que utilizaron las pruebas funcionales como sucede en Liao et al. (2020), Kemmler W et al. (2020), Thapa et al. (2022), Seo et al. (2021) y Herda y Nabavizadeh (2021) constituye una medida objetiva del impacto del entrenamiento de resistencia en la capacidad funcional de los adultos mayores. En definitiva, es importante elegir instrumentos precisos y fiables para evaluar los resultados de las intervenciones de ejercicio; por ello, la mayoría empleó una combinación de métodos de evaluación para conseguir un análisis más completo de los efectos del ejercicio entre la población estudiada.

5. Conclusión

Los resultados analizados en esta revisión narrativa confirman que el ejercicio de resistencia es una intervención efectiva para prevenir y tratar la sarcopenia en personas mayores. Los estudios revisados muestran mejoras significativas en la masa y fuerza muscular, así como en la funcionalidad física, tanto en hombres como en mujeres.

La variedad de ejercicios utilizados en los diferentes estudios, desde pesas libres y máquinas de gimnasio hasta bandas elásticas y ejercicios funcionales con el propio peso, muestran que diferentes estrategias de tratamiento pueden ser efectivas. Aun así, el ejercicio y su dosificación debe adaptarse a las necesidades y capacidades individuales de los pacientes, así como a las circunstancias clínicas de cada uno de ellos.

6. Anexo

Tabla 1. Artículos seleccionados y sus resultados.

Autor y año	Tamaño de muestra		Frecuencia (veces/ Semana)	Duración	Material	Medición
	Hombres	Mujeres				
Seo M-W et al (2021)[11]	0	22	3 x semana	16 semanas	Bandas elásticas	DXA Dinamómetro Analítica Prueba Funcional
Flor-Rufino C et al (2023) [12]	0	38	No detalla	6 meses	Máquina de Gimnasio (al 70% del 1RM)	Bioimpedancia Dinamómetro Prueba Funcional
Bagheri R et al (2022) [13]	30	0	3 x semana	8 semanas	Máquinas de Gimnasio	Bioimpedancia Analítica Dinamómetro
Han Z et al (2022) [14]	22	66	3 x semana	3 meses	Máquinas de Gimnasio	DXA Dinamómetro Índice Barthel EVA dolor
Herda y Nabavizadeh (2021) [15]	17	41	2 x semana	6 semanas	Bandas elásticas Mancuernas	DXA Prueba Funcional Fuerza MAX
Mafi F et al (2019) [16]	30	0	3 x semana	8 semanas	Material de Gimnasio	DXA Prueba Funcional Analítica Fuerza Max
Thapa N et al (2022) [17]	0	32	3 x semana	4 semanas	Ejercicios con propio peso	Dinamómetro Bioimpedancia Prueba Funcional
Kemmler W et al (2020) [18]	43	0	2 x semana	36 semanas	Material de Gimnasio y propio peso	DXA Prueba Funcional
Chen B -Y et al (2023) [19]	0	49	3 x semana	8 semanas	Bandas elásticas	Bioimpedancia Dinamómetro Prueba Funcional
Saengrut B et al (2022) [20]	18	43	3 x semana	12 semanas	Ejercicios con propio peso	Bioimpedancia Dinamómetro Prueba Funcional

Kemmler W et al (2021) [21]	43	0	2 x semana	18 meses	Material de Gimnasio	DXA Dinamómetro Prueba Funcional
Strasser E et al (2022) [22]	7	56	2 x semana	6 meses	Bandas elásticas	Dinamómetro Índice de Barthel
Kirk B et al (2020) [23]	25	30	3 x semana	16 semanas	Material de Gimnasio	Bioimpedancia Dinamómetro
Lopez P et al (2020) [24]	0	24	2 x semana	8 semanas	Bandas elásticas Máquinas de resistencia	Dinamómetro Prueba funcional
Kemmler W et al (2020) [25]	43	0	2 x semana	18 meses	Máquinas de resistencia Bandas elásticas	DXA Dinamómetro Fuerza MAX Prueba Funcional
Benitalebi E et al (2021) [26]	0	63	3 x semana	12 semanas	Bandas elásticas	DXA Analítica Riesgo Fractura
Ghasemikaram et al (2021) [27]	43	0	2 x semana	18 meses	Máquinas de Gimnasio	DXA Dinamómetro Prueba funcional
Liao CD et al (2020) [28]	0	60	2 x semana	12 semanas	Bandas elásticas	DXA Prueba Funcional
Lichtenberg T et al (2019) [29]	43	0	2 x semana	28 semanas	Máquinas de Gimnasio	DXA Bioimpedancia. Dinamómetro Prueba funcional

7. Bibliografía

1. Naciones Unidas. Perspectivas de la Población Mundial 2022: Resumen de resultados. Nueva York: Naciones Unidas; 2022. Disponible en: https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022_summary_of_results.pdf

2. De Winter G. Aging as disease. Med Health Care Philos. 2015; 18:237-43.

3. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. Age Ageing. 2019; 48:16-31.

4. Dent E, Morley JE, Cruz-Jentoft AJ, Arai H, Kritchevsky SB, Guralnik J, et al. International clinical practice guidelines for sarcopenia (ICFSR): screening, diagnosis and management. J Nutr Health Aging. 2018; 22:1148–61.

5. Cruz Jentoft A, Pierre Baeyens J, Ürgen Bauer J, Boirie Y, Cederholm T, Landi F y cols. Sarcopenia: consenso europeo sobre su definición y diagnóstico. Age Ageing 2010; 39: 412-23.

6. Phu S, Boersma D, Duque G. Exercise and sarcopenia. J Clin Densit. 2015; 18:488–92.

7. Hurst C, Robinson SM, Witham MD, Dodds RM, Granic A, Buckland C, et al. Resistance exercise as a treatment for sarcopenia: prescription and delivery. Age Ageing. 2022;51.

8. Carter HN, Chen CC, Hood DA. Mitochondria, muscle health, and exercise with advancing age. Physiology. 2015; 30:208–23.

9. García Pliego RA, Baena Díez JM, Herreros Herreros Y et al. Deprescription in old people: It's time to take action. Aten Primaria. 2022;54(8):102367.

10. II Asamblea Mundial del Envejecimiento.Rev Esp Geriatr Gerontol. 2000;35(4):240-24.

11. Seo MW, Jung SW, Kim SW, Lee JM, Jung HC, Song JK. Effects of 16 Weeks of Resistance Training on Muscle Quality and Muscle Growth Factors in Older Adult Women with Sarcopenia: A Randomized Controlled Trial. Int J Environ Res Public Health. 2021 Jun23;18(13):67-62

12. Flor-Rufino C, Barrachina-Igual J, Pérez-Ros P, Pablos-Monzó A, Sanz-Requena R, MartínezArnau FM. Fat infiltration and muscle hydration improve after high-intensity resistance training in women with sarcopenia. A randomized clinical trial. Maturitas. 2023;168:29-36.

13. Bagheri R, Hooshmand Moghadam B, Candow DG, Elliott BT, Wong A, Ashtary-Larky D, Forbes SC, Rashidlamir A. Effects of Icelandic yogurt consumption and resistance training in healthy untrained older males. Br J Nutr. 2022;127(9):1334-1342.

14. Han Z, Ji NN, Ma JX, Dong Q, Ma XL. Effect of Resistance Training Combined with BetaHydroxy-Beta-Methylbutyric Acid Supplements in Elderly Patients with Sarcopenia after Hip Replacement. Orthop Surg. 2022;14(4):704-713

15. Herda AA, Nabavizadeh O. Short-term resistance training in older adults improves muscle quality: A randomized control trial. Exp Gerontol. 2021;145:111195.

16. Mafi F, Biglari S, Ghardashi Afousi A, Gaeini AA. 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. J Aging Phys Act. 2019 Jun1;27(3):384-391.

17. Thapa N, Yang JG, Bae S, Kim GM, Park HJ, Park H. Effect of Electrical Muscle Stimulation and Resistance Exercise Intervention on Physical and Brain Function in Middle-Aged and Older Women. Int J Environ Res Public Health. 2022 Dec 21;20(1):101

18. Kemmler W, Weineck M, Kohl M, von Stengel S, Giessing J, Fröhlich M, Schoene D. High Intensity Resistance Exercise Training to Improve Body Composition and Strength in Older Men With Osteosarcopenia. Results of the Randomized Controlled Franconian Osteopenia and Sarcopenia Trial (FrOST). Front Sports Act Living. 2020;2:4.

19. Chen BY, Chen YZ, Shin SH, Jie CY, Chang ZL, Ding H, Yang H. Effect of a moderateintensity comprehensive exercise program on body composition, muscle strength, and physical performance in elderly females with sarcopenia. Heliyon. 2023;9(8).

20. Saengrut B, Yoda T, Kimura Y, Ishimoto Y, Rattanasathien R, Saito T, Chunjai K, Miyamoto K, Sirimuengmoon K, Pudwan R, Katsuyama H. Can Muscle Mass Be Maintained with A Simple Resistance Intervention in the Older People? A Cluster Randomized Controlled Trial in Thailand. Int J Environ Res Public Health. 2021;19(1):140.

21. Kemmler W, Kohl M, Fröhlich M, Schoene D, von Stengel S. Detraining effects after 18 months of high intensity resistance training on osteosarcopenia in older men-Six-month follow-up of the randomized controlled Franconian Osteopenia and Sarcopenia Trial (FrOST). Bone. 2021;142:115772.

22. Strasser EM, Franzke B, Hofmann M, Schober-Halper B, Oesen S, Jandrasits W, Graf A, Ploder M, Bachl N, Quittan M, Wagner KH, Wessner B. Resistance training with or without nutritional supplementation showed no influence on muscle thickness in old-institutionalized adults: a secondary analysis of the Vienna Active Ageing Study. Eur J Phys Rehabil Med. 2022;58(4):646-654.

23. Kirk B, Mooney K, Cousins R, Angell P, Jackson M, Pugh JN, Coyles G, Amirabdollahian F, Khaiyat O. Effects of exercise and whey protein on muscle mass, fat mass, myoelectrical muscle fatigue and health-related quality of life in older adults: a secondary analysis of the Liverpool Hope University-Sarcopenia Ageing Trial (LHU-SAT). Eur J Appl Physiol. 2020;120(2):493- 503.

24. Lopez P, Crosby BJ, Robetti BP, Turella DJP, Weber TAS, de Oliveira ML, Rech A. Effects of an 8-week resistance training intervention on plantar flexor muscle quality and functional capacity in older women: A randomised controlled trial. Exp Gerontol. 2020;138:111003

25. Kemmler W, Kohl M, Fröhlich M, Jakob F, Engelke K, von Stengel S, Schoene D. Effects of High-Intensity Resistance Training on Osteopenia and Sarcopenia Parameters in Older Men with Osteosarcopenia-One-Year Results of the Randomized Controlled Franconian Osteopenia and Sarcopenia Trial (FrOST). J Bone Miner Res. 2020;35(9):1634-1644

26. Banitalebi E, Ghahfarrokhi MM, Dehghan M. Effect of 12-weeks elastic band resistance training on MyomiRs and osteoporosis markers in elderly women with Osteosarcopenic obesity: a randomized controlled trial. BMC Geriatr. 2021;21(1):433.

27. Ghasemikaram M, Engelke K, Kohl M, von Stengel S, Kemmler W. Detraining Effects on Muscle Quality in Older Men with Osteosarcopenia. Follow-Up of the Randomized Controlled Franconian Osteopenia and Sarcopenia Trial (FrOST). Nutrients. 2021;13(5):1528.

28. Liao CD, Tsauo JY, Chiu YS, Ku JW, Huang SW, Liou TH. Effects of Elastic Resistance Exercise After Total Knee Replacement on Muscle Mass and Physical Function in Elderly

Women With Osteoarthritis: A Randomized Controlled Trial. Am J Phys Med Rehabil. 2020;99(5):381-389.

29. Lichtenberg T, von Stengel S, Sieber C, Kemmler W. The Favorable Effects of a High-Intensity Resistance Training on Sarcopenia in Older Community-Dwelling Men with Osteosarcopenia: The Randomized Controlled FrOST Study. Clin Interv Aging. 2019;14:2173-2186.