

ORIGINAL

Efectos del ejercicio físico en el anciano con sarcopenia. Una revisión sistemática



David E. Barajas-Galindo^{a,*}, Elena González Arnáiz^a, Pablo Ferrero Vicente^b
y María D. Ballesteros-Pomar^a

^a Unidad de Nutrición Clínica y Dietética, Departamento de Endocrinología y Nutrición, Complejo Asistencial Universitario de León, León, España

^b Departamento de Medicina de Familia, Área Asistencial de León, León, España

Recibido el 17 de diciembre de 2019; aceptado el 21 de febrero de 2020

Disponible en Internet el 29 de junio de 2020

PALABRAS CLAVE

Sarcopenia;
Ejercicio en anciano;
Deporte en anciano;
Envejecimiento
activo

Resumen A partir de la tercera década de la vida, y por causas multifactoriales, se pierde masa y fuerza muscular de forma progresiva, afectando a la funcionalidad del aparato locomotor.

A esta pérdida combinada de masa y fuerza muscular que aparece con el envejecimiento se le denomina sarcopenia, la cual se asocia a una mayor morbimortalidad en el sujeto anciano, por lo que el tratamiento precoz es fundamental, siendo el ejercicio físico la estrategia terapéutica que mejores resultados ha demostrado.

En esta revisión bibliográfica realizada para analizar el efecto individual del ejercicio físico, excluyendo el papel que podría representar en el tratamiento de la sarcopenia otras propuestas desde el enfoque nutricional, se incluyen 12 artículos.

En aquellos estudios que incluían ejercicios de fuerza de alta intensidad de forma aislada, exclusivamente o combinado con ejercicio aeróbico, se observa mejoría de la masa muscular, fuerza muscular y tiempos en pruebas funcionales. Existe asimismo un incremento significativo de masa libre de grasa en individuos que realizaban ejercicio con mayor frecuencia (más de 2 sesiones a la semana).

La evidencia actual demuestra que los entrenamientos basados en fuerza-resistencia y la combinación en programas multimodales con ejercicio aeróbico muestran efectos significativamente beneficiosos sobre parámetros antropométricos y de funcionalidad muscular, debiendo por tanto adecuarse los programas de ejercicios pautados, incluyendo ejercicios de fuerza adaptados a las características de cada individuo, y sustituir a la práctica habitual de prescribir en exclusiva ejercicios de tipo aeróbico (caminar).

© 2020 SEEN y SED. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: dabarajas@saludcastillayleon.es (D.E. Barajas-Galindo).

KEYWORDS

Sarcopenia;
Physical exercise in
elderly;
Elderly;
Older adults

Effects of physical exercise in sarcopenia. A systematic review

Abstract From the third decade of life and due to multiple causes, muscle mass and strength are gradually lost, which affects the function of the musculoskeletal system.

This combined loss of muscle mass and strength with aging is called sarcopenia, and is associated with greater morbidity and mortality in the elderly. Early treatment is therefore essential, and physical exercise is the therapeutic approach that has given the best results.

This literature review intended to analyze the effect of physical exercise, excluding the role that other treatments proposed, including the nutritional approach, could play in the treatment of sarcopenia, refers to 12 articles.

In studies including high intensity strength exercises in isolation, either alone or combined with aerobic exercise, improvements were seen in muscle mass, muscle strength, and functional test times. There is also a significant increase in fat-free mass in individuals who exercised more frequently (more than two sessions per week).

Current evidence shows that strength-resistance training and its combination in multimodal programs with aerobic exercise show significantly beneficial effects on anthropometric and muscle function parameters. Programs of prescribed exercises including strength exercises adequate to the characteristics should therefore be adapted to the characteristics of each individual and replace the usual practice of prescribing aerobic exercises (walking) only.

© 2020 SEEN y SED. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

La característica fundamental del envejecimiento humano es la pérdida de reserva funcional^{1,2}. Desde la tercera década de vida el sistema musculoesquelético comienza a sufrir una lenta pero progresiva pérdida de masa y fuerza muscular. A partir de los 50 años la masa muscular disminuye entre un 1-2% al año, asociando un descenso de la fuerza muscular anual de entre un 1,5-3% a partir de los 65 años². Estos cambios físicos y funcionales varían entre sexos, siendo la progresión más lenta en varones y más brusca en mujeres, en probable relación con la coexistencia de la menopausia^{2,3}.

El término sarcopenia se ha utilizado recientemente para hacer referencia a esta pérdida combinada de masa y fuerza muscular asociada al envejecimiento⁴, con la característica añadida de que dicha pérdida debe ser involuntaria². Está demostrada la estrecha relación entre una menor masa muscular y el incremento del riesgo de institucionalización y mortalidad, independientemente de otros factores de riesgo asociados⁵, así como de dependencia, que se incrementa entre 2 y 5 veces en sujetos con sarcopenia en comparación con personas de la misma edad sin este diagnóstico⁶.

Una de las principales problemáticas para la incorporación del término sarcopenia en la práctica clínica diaria es la falta de un criterio unificado para definirla⁷, ya que aunque existe coincidencia en la consideración de que la pérdida de masa muscular debe ser lo suficiente como para producir síntomas⁸, y en que la definición de sarcopenia debe incluir 3 criterios: pérdida de masa muscular, pérdida de fuerza y cambios cualitativos en el tejido muscular¹. No existe un método de referencia aceptado para medir la masa muscular, y además tampoco está claramente establecido el nivel de pérdida de masa muscular y/o funcionalidad a partir del cual podemos considerar a un anciano como «patológicamente sarcopénico».

Por tanto, el diagnóstico de sarcopenia resulta complejo, siendo destacables por su amplia utilización los criterios de consenso establecidos por el Grupo de trabajo europeo en sarcopenia en pacientes ancianos⁹ (*European Working Group on Sarcopenia in Older People*) del año 2018, en los que establece el diagnóstico de sarcopenia en 3 pasos: en primer lugar un test de *screening* (SARC-F), posteriormente una prueba de fuerza para establecer la probabilidad de sarcopenia y por último un test confirmatorio con la valoración de la masa muscular; complementariamente existe un cuarto paso para la valoración de la severidad de la sarcopenia con test de funcionalidad. Y los criterios de consenso que propuso en 2009 el Grupo de trabajo internacional de sarcopenia (*International Working Group in Sarcopenia*): velocidad de marcha inferior a 1 m/s y disminución objetiva en la masa muscular¹⁰.

A pesar de estas dificultades definitorias es indudable que el envejecimiento de la población ha aumentado la importancia y el interés de esta situación clínica, motivando un incremento en los esfuerzos terapéuticos con la intención de prevenir y/o revertir la sarcopenia. Esta estrategia terapéutica se centra en 3 pilares fundamentales:

1. La intervención nutricional, basada en la cumplimentación de los requerimientos calóricos y proteicos de cada individuo, suplementando en caso necesario el aporte¹¹.
2. La intervención farmacológica como el empleo de vitamina D, testosterona u hormona de crecimiento que han resultado ineficaces o incluso contraproducentes en diversos estudios por los efectos adversos en población anciana.
3. El ejercicio físico, que se ha mostrado como una herramienta muy útil para combatir y prevenir la sarcopenia, y que de forma adaptada no tiene contraindicaciones en personas de la tercera edad¹². A la hora de plantear un programa de entrenamiento para el tratamiento de la

sarcopenia, debe tenerse presente que existen distintos tipos de ejercicio, pudiéndose plantear un programa exclusivo o en régimen mixto combinando los distintos tipos de ejercicio.

El ejercicio aeróbico es aquella actividad continua de varios grupos musculares, incrementando la frecuencia cardíaca sobre su nivel de reposo durante un período de tiempo sostenido y que debe ajustarse a partir de la frecuencia cardíaca máxima ($FC_{m\acute{a}x}$), recomendándose en un programa de ejercicios para ancianos, una intensidad de actividad al 60-75% de la $FC_{m\acute{a}x}$ durante 30 minutos 3 días a la semana¹³.

El ejercicio de fuerza es aquella actividad en la que el músculo genera fuerza contra una resistencia. Dependiendo de su intensidad tendremos otros 3 subtipos¹⁴: baja intensidad < 40% de una repetición máxima (peso máximo con el que se puede hacer una sola repetición [1RM]); moderada intensidad = 40-60% de 1RM y alta intensidad > 60% de 1RM.

El ejercicio neuromuscular es aquella actividad que trabaja el equilibrio y la propiocepción, con el objetivo de mejorar la postura y prevenir las caídas. Los ejercicios pueden ser estáticos o dinámicos.

Objetivos

El objetivo principal de esta revisión sistemática es evaluar el efecto de los distintos tipos de ejercicio físico sobre la sarcopenia. Para ello se define el concepto de sarcopenia, se detallan las implicaciones de dicha afección en la salud y se evalúa el tipo de ejercicio, la frecuencia y la dosificación del mismo para determinar cambios en la masa y la fuerza muscular.

Metodología

Revisión sistemática. La búsqueda inicial se realizó en la base de datos Pubmed, utilizando las palabras clave *exercise*, *sarcopenia* y *elderly*. La búsqueda avanzada se ajustó a estudios publicados en los últimos 10 años (2008-2018), ensayos clínicos y estudios realizados en humanos.

La estrategia de búsqueda realizada fue la siguiente: (*exercise* [MeSH Terms] OR *exercise* [All Fields]) AND (*sarcopenia* [MeSH Terms] OR *sarcopenia* [All Fields]) AND (*aged* [MeSH Terms] OR *aged* [All Fields] OR *elderly* [All

Fields]) AND (Clinical Trial [ptyp] AND 2008/01/01 [PDat]: 2018/12/31 [PDat] AND *humans* [MeSH Terms]).

Posteriormente, se revisaron las bases de datos: Scopus, Scielo y Web Science.

Inicialmente se revisaron los *abstracts*, y de aquellos que cumplían los criterios de inclusión se examinaron los artículos completos. Los artículos seleccionados, tras superar los criterios de inclusión y exclusión (tabla 1), fueron evaluados mediante la escala PEDro¹⁵, para determinar su calidad metodológica.

También se determinó la calidad metodológica por otros métodos como la cantidad de citas recibidas, el factor de impacto, el cuartil o el SCImago Journal Rank (tabla 2).

En el diagrama de flujo se muestra el procedimiento de selección de los artículos que conforman la muestra final de esta revisión sistemática de 12 artículos (fig. 1).

Los parámetros más estudiados por las publicaciones incluidas en nuestro estudio son: masa muscular (MM), fuerza muscular (FM) y pruebas físicas.

Ante la variabilidad de parámetros incluidos en los artículos se incluyen metodológicamente en esta descripción únicamente las formas de evaluación de las variables más importantes:

Para la valoración de las variables morfológicas se han utilizado:

- Grasa corporal: se evaluó por la medición de pliegues cutáneos y/o por bioimpedancia.
- Masa libre de grasa o masa corporal magra (LBM): incluye el agua intra y extracelular, el sistema mineral óseo y las proteínas musculares y viscerales. Se evaluó mediante densitometría (DXA) o bioimpedancia eléctrica (BIA).
- MM: se evaluó mediante tomografía computarizada, DXA o BIA.
- MM apendicular: es la suma de la masa magra de las piernas y los brazos. Se evaluó mediante DXA o BIA
- FM: evaluada mediante dinamómetro.

Para la valoración de las variables de pruebas funcionales se han utilizado:

- *Timed up and go*: que evalúa si el sujeto es capaz de levantarse de una silla con reposabrazos, caminar 3 metros, girar sobre sí mismo, retroceder esos 3 metros y volver a sentarse¹⁶⁻¹⁸.

Tabla 1 Criterios de inclusión y de exclusión de los artículos revisados

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Estudios que valoren a personas con sarcopenia	Estudios que relacionen sarcopenia con otras enfermedades
Muestra de sujetos con edad ≥ 65 años	Estudios que incluyan como tratamiento suplementos nutricionales orales
Estudios publicados entre 2008 y 2018	Estudios que estén en otro idioma distinto del español o inglés
Estudios con diseño de ensayo clínico	Estudios no realizados en humanos
Estudios que incluyan ejercicios físicos de fuerza, resistencia, equilibrio, aeróbicos o mixtos	Estudios que no utilicen únicamente el ejercicio como tratamiento (soporte nutricional o plataformas vibratorias)

Tabla 2 Calidad metodológica de los artículos incluidos en la revisión sistemática

Artículos	PEDro	Referencias	Cuartil	IF	SJR
Mueller et al. ²⁷ , 2009	9	92	1	2,401	1,263
Kemmler et al. ²³ , 2010	9	78	1	4,127	2,680
Kemmler et al. ¹⁹ , 2013	8	43	1	3,077	1,308
Cadore et al. ¹⁶ , 2013	6	218	-	2,9	-
Fragala et al. ¹⁷ , 2014	6	52	2	3,224	1,261
Reid et al. ²⁴ , 2014	9	80	1	4,902	2,489
Liu et al. ¹⁴ , 2014	5	64	2	2,517	0,919
González et al. ²⁶ , 2013	6	11	2	2,121	0,750
Hong et al. ²⁵ , 2016	7	8	2	3,224	1,261
Piastra et al. ²⁰ , 2018	8	2	2	2,583	0,795
Chen et al. ³⁰ , 2018	8	1	2	3,224	1,261
Wu et al. ²¹ , 2018	7	1	1	2,656	0,905

IF: factor de impacto. SJR: *SCLImago Journal Rank*.

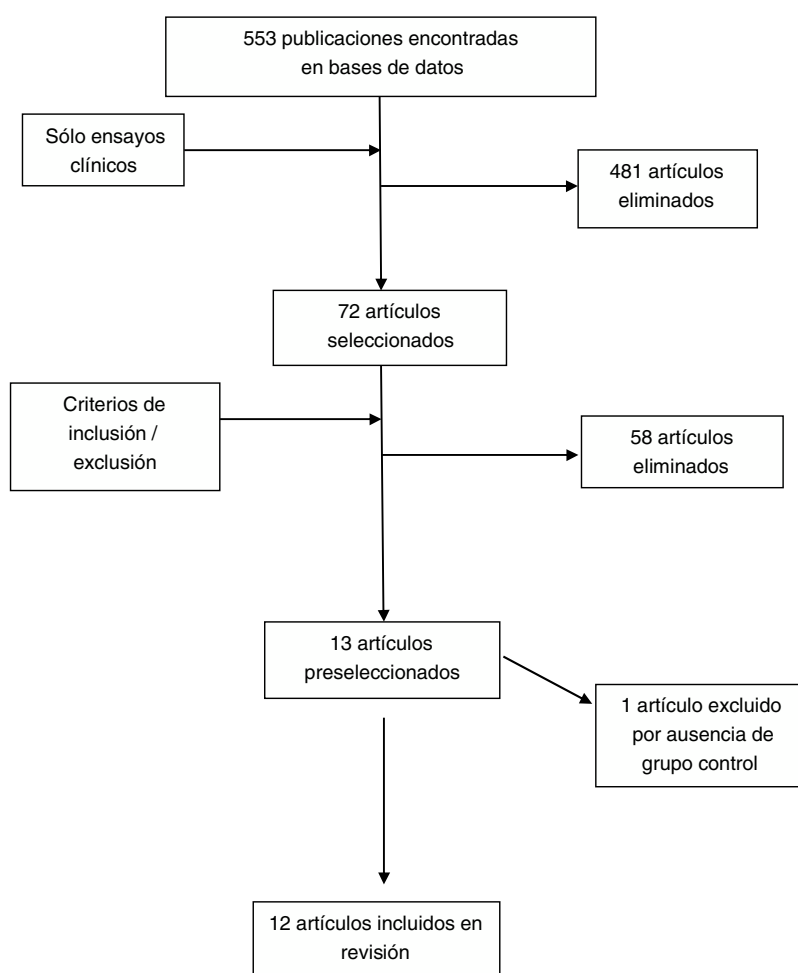


Figura 1 Diagrama de flujo en la selección de estudios para la revisión sistemática en función de los criterios de exclusión e inclusión.

- *Short Physical Performance Battery*: consta de 3 pruebas físicas, una prueba de equilibrio, un paseo corto (4 metros) a ritmo habitual y levantarse de una silla 5 veces consecutivas. La puntuación va de 0 (la menor) a 12 (la mejor)^{16,19}.
- *Chair rise test*: Se mide durante 30 segundos cuántas veces puede sentarse y levantarse el sujeto de una silla^{16,17}.
- Velocidad de paso: tiempo que se emplea en recorrer 5 metros a paso normal^{16,20}.

Resultados

En esta revisión sistemática se seleccionaron 12 artículos, siendo analizados y comparados entre sí. Todos son ensayos clínicos aleatorizados prospectivos, salvo el estudio de Wu et al.²¹, que no es aleatorizado y el análisis retrospectivo de los datos recogidos en el estudio SEFIP²², publicado por Kemmler²³.

Ante la gran variabilidad de variables de resultados analizadas en los distintos estudios se han seleccionado solo las variables más frecuentes y relevantes agrupadas en las categorías de potencia muscular, velocidad de contracción, fuerza muscular, masa muscular, activación neuromuscular, pruebas físicas, área de sección transversal del músculo (CSA), pruebas de contracción métrica (MVIC), índice de calidad muscular, coordinación extrínseca, grasa corporal, LBM, adherencia y estabilidad. En la [tabla 3](#) se especifica su valoración de forma individualizada en cada uno de los estudios evaluados en esta revisión.

Los programas de entrenamiento de los distintos estudios evaluados se basan fundamentalmente en 2 tipos de ejercicio: ejercicios exclusivamente de fuerza^{17,19,24} y ejercicios multimodales^{25,26}, incluyendo en estos últimos combinaciones de ejercicios de tipo neuromuscular¹⁶, de resistencia y aeróbicos, destacando en este último caso la marcha como ejercicio habitual de elección¹⁷.

En la [tabla 4](#) se realiza una descripción detallada de los protocolos de entrenamiento de cada estudio, incluyendo su duración y número de sesiones semanales. Asimismo se especifica, si procede, el entrenamiento realizado por el grupo control en aquellos estudios que buscan comparar eficacia de distintos sistemas de entrenamiento. En los estudios en que no se especifica el entrenamiento realizado por el grupo control, este no realiza ejercicio.

En la [tabla 5](#) se detallan cada uno de los artículos que conforman esta revisión: se recoge el tamaño muestral, la edad y distribución por sexo de los participantes y la descripción y la duración de la intervención. En la última columna se sintetizan los resultados más significativos sobre los efectos del ejercicio pautado en la sarcopenia, valorados como modificaciones en MM y/o fuerza muscular FM y/o pruebas funcionales.

En los resultados sobre masa muscular de aquellos estudios con grupos de individuos que siguen programas de entrenamiento en los que predomina el ejercicio aeróbico (marcha) no se observaron resultados positivos sobre MM, incrementándose incluso el número de personas con criterios de sarcopenia al final del estudio, como ocurre en el estudio de Mueller et al.²⁷ con los sujetos del grupo control.

Se ha observado en esta revisión que en aquellos estudios en los que existió cambio significativo respecto a la ganancia de MM todos incluían ejercicios de fuerza, ya fuera con mancuernas, máquinas o bandas elásticas, con resultados modestos en aquellos basados en ejercicios de fuerza a baja intensidad²⁴ con un incremento de la MM en torno al 1% y unos resultados marcadamente superiores en los basados en EFAL, con una ganancia del 2-5%^{16,17} en periodos de tiempo similares. Estas diferencias aparecen claramente reflejadas en el estudio de Piastra et al.²⁰, donde se comparan 2 grupos de entrenamiento de fuerza de alta frente a baja intensidad. Estos beneficios no fueron solo exclusivos en parámetros antropométricos (LBM, MM, IMM, FM), sino que también se

mejoran parámetros de equilibrio estático²⁶ y funcionales con mejoría de los tiempos en el test *Timed Up and Go*^{17,23} y la velocidad de la marcha.

El estudio que mejores resultados generales obtuvo fue el llevado a cabo por Cadore et al.¹⁶, con un aumento positivo de todos los parámetros analizados (MM +3,3%, FM +144% y pruebas físicas +58%) mediante un programa de ejercicios multimodales de 2 sesiones semanales de 40 minutos combinando 3 series de ejercicio de fuerza de alta intensidad (8-10 repeticiones) con ejercicios de equilibrio y aeróbicos. Otra particularidad de este estudio es que incluyó a los pacientes de edad más avanzada (89-96 años), demostrando que una intervención basada en ejercicio multifuncional puede ser eficaz y bien tolerada por nonagenarios.

En cuanto a la frecuencia de entrenamiento los resultados del estudio desarrollado por Kemmler et al.¹⁹ mostraron un incremento significativo de LBM en sujetos que realizaban ejercicio con mayor frecuencia (más de 2 sesiones a la semana) que en aquellos con una frecuencia más limitada (menos de dos sesiones a la semana), no apreciándose un incremento en relación con la mayor frecuencia de entrenamiento en la masa muscular apendicular, pero sí un descenso significativo de la misma en individuos con baja frecuencia de entrenamiento.

Discusión

La MM y FM están notablemente relacionadas, la disminución de una de ellas origina la disminución de la otra¹⁸, desencadenando la aparición de sarcopenia¹⁷. Se sabe que el ejercicio físico tiene efectos positivos sobre la MM y especialmente en la FM, lo que lo convierte actualmente en la herramienta principal para el abordaje de la sarcopenia, evitando así un incremento en la comorbilidad, caídas del paciente anciano y en la consiguiente dependencia²⁸.

La finalidad de este trabajo ha sido realizar una revisión sistemática para estudiar de forma aislada la efectividad del ejercicio en la sarcopenia, comparando diferentes protocolos de entrenamiento y tipos de ejercicios, observando las mejoras en la composición corporal de las personas mayores con una masa muscular por debajo de lo deseado.

En los resultados sobre MM de aquellos estudios basados exclusivamente en protocolos de ejercicio aeróbico (marcha), no se observaron resultados positivos sobre la MM¹⁶, incrementándose incluso el número de personas con criterios de sarcopenia al final del estudio. En el lado opuesto se ha observado que en aquellos estudios en los que existió cambio significativo respecto a la ganancia de MM y mejoría en la funcionalidad y equilibrio estático incluían siempre ejercicios de fuerza, bien de forma aislada o en combinación con programas mixtos de ejercicio de fuerza y aeróbico, siendo estos últimos los que mejores resultados aportan¹⁶.

Discusión aparte merece lo relativo a frecuencia y tiempos de duración de los entrenamientos propuestos, lo que sin lugar a dudas va a tener efectos sobre los cambios que el ejercicio genera, especialmente en los mayores. En este sentido, son interesantes las conclusiones del estudio de Kemmler et al.¹⁹, que muestra beneficio cuando la frecuencia de entrenamiento es superior a 2 sesiones semanales. Debe tenerse en cuenta, no obstante, la recomendación de establecer 48 horas de descanso en el entrenamiento del

Tabla 3 Variables principales recogidas en los artículos analizados en la revisión

Artículos Variables	Mueller et al. ²⁷ (2009)	Kemmler et al. ²³ (2010)	Kemmler y von Stengel ¹⁹ (2013)	Cadore et al. ¹⁶ (2013)	Fragala et al. ¹⁷ (2014)	Reid et al. ²⁴ (2014)	Liu et al. ¹⁴ (2014)	González et al. ²⁶ (2013)	Hong et al. ²⁵ (2016)	Piastra et al. ²⁰ (2018)	Chen et al. ³ (2018)	Wu et al. ²¹ (2018)
Potencia muscular				X		X						
Velocidad de contracción												
Fuerza muscular	X	X		X	X	X	X			X	X	X
Masa muscular	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	
Activación neuromuscular						X						
Pruebas físicas	X	X		X	X	X	X		X	X		X
CSA				X		X						
MVIC												
Calidad muscular					X						X	
Coordinación excéntrica	X											
Grasa corporal	X	X				X					X	
LBM	X	X	X		X					X		
Adherencia							X	X				
Estabilidad								X		X		X

CSA: área de sección transversal del músculo; LBM: masa corporal magra; MVIC: pruebas de contracción.

Tabla 4 Protocolos de ejercicio de los estudios incluidos en la revisión sistemática

Artículo	Duración (semanas)	Frecuencia	Descripción entrenamiento
Mueller et al. ²⁷ (2009)	12	Dos veces por semana (45 min)	GE: comprende 4 ejercicios de EEII (prensa piernas, extensión rodilla, flexión pierna y extensión de cadera); 10 min de activación + gimnasia; 20 min de entrenamiento (las primeras 6 sesiones cargas individuales y se fueron incrementando); 10 minutos de enfriamiento + estiramientos GC: 10 minutos de activación, 5 minutos de entrenamiento que fue progresivo de 5 en 5 hasta llegar a los 20 minutos igual que el volumen de carga
Kemmler et al. ²³ (2010)	72	2-4 veces por semana (20-60 min)	GE: 3 ejercicios con bandas elásticas (remo alto, bajo y elevación de hombros). 65-70% del 1RM. Además de 20 minutos de ejercicio aeróbico y ejercicios isométricos
Kemmler y von Stengel ¹⁹ (2013)	72	60 minutos por sesión	GE: AF \geq 2 sesiones/semana y BF < 2 sesiones/semana GC < 20 sesiones/18 meses Ejercicios: supervisados: resistencia, coordinación, fuerza isométrica, gimnasia funcional, flexibilidad y fuerza dinámica; no supervisados: resistencia, equilibrio y flexibilidad
Cadore et al. ¹⁶ (2013)	12	2 veces por semana (40 min)	GE: máquinas y multicomponentes: 8/10 repeticiones (40-60% 1RM) Ejercicios: 1) extensión rodilla; 2) extensión cadera; 3) <i>press</i> de pecho Además de ejercicios de marcha, equilibrio y flexibilidad
Fragala et al. ¹⁷ (2014)	12	2 veces por semana (60-90 min)	GE: máquinas, mancuernas y peso corporal (3 \times 8-15) Ejercicios: extensión de rodilla, flexión de rodilla, remo, jalón, <i>curl</i> de bíceps y tríceps, <i>press</i> de pecho y hombro. En cuanto a ejercicios con peso corporal: sentadillas, desplazamientos, abdominales, elevación de talones y peso muerto
Reid et al. ²⁴ (2014)	16	2 veces por semana	GE: máquinas: se comparan 2 ejercicios a alta y baja intensidad en fase concéntrica Ejercicios: 1) <i>press</i> de pierna; 2) extensión rodilla. Baja intensidad: 3 \times 10 (40% 1RM). Alta intensidad: 3 \times 10 (70% 1RM)
Liu et al. ¹⁴ (2014)	+24	2 veces por semana	GE: protocolo de ejercicios multimodales: flexibilidad, equilibrio, fuerza y ejercicio aeróbico Básicamente se centra en caminar
González et al. ²⁶ (2013)	6	2 veces por semana (60 min)	GE: 2 sesiones/semana. Dos sesiones previas de prueba Ejercicios: 3 sets de cada ejercicio; 8-15 repeticiones de cada uno. Sentadillas, elevación de rodillas, patadas, rotación del torso, rotaciones de los brazos
Hong et al. ²⁵ (2016)	12	3 veces por semana (20-40 min)	GE: 3 sesiones/semana durante 12 semanas Ejercicios: utilizando juegos de videoconsola; 5 minutos de calentamiento, 10-30 minutos de ejercicio, 5 minutos de vuelta a la normalidad. <i>Curl</i> de bíceps, tríceps y piernas, sentadilla, levantamiento de pierna

Tabla 4 (continuación)

Artículo	Duración (semanas)	Frecuencia	Descripción entrenamiento
Piastra et al. ²⁰ (2018)	36	2 veces por semana (60 min)	ER: 15 minutos de calentamiento y ejercicio de coordinación motora, 30 minutos de tonificación muscular de intensidad baja/moderada con pesas de 0,5-1-1,5 kg, 15 minutos de estiramiento muscular EP: 15 minutos de activación cardiovascular, movilización de articulaciones coxofemoral y hombro, 15 minutos de movilización de cuello y hombros, 30 minutos de movilización de la columna vertebral, músculos abdominales, glúteos, isquiotibiales y psoas. Estiramiento de la columna vertebral y relajación final
Chen et al. ³⁰ (2018)	12	60 minutos cada sesión, 2 veces por semana. Cada sesión separada 48 h	GE: 2 sesiones/semana durante 8 semanas y luego 4 semanas de desentrenamiento Ejercicios: 5 movimientos por sesión. Para cada ejercicio 3 sets de 8-12 repeticiones. Movimientos: <i>kettlebell swing, kettlebell deadlift, kettlebell goblet squat, squat lunge, kettlebell row, single arm kettlebell row, biceps curl, triceps extension, two-arm kettlebell military press, Turkish get up and comprehensive dynamic workout</i>
Wu et al. ²¹ (2018)	12	90 minutos cada sesión, 2 veces por semana	GE: 2 sesiones/semana durante 12 semanas Ejercicios: utilizando juegos de videoconsola. Combinado de ejercicio de fuerza con banda elástica y core en esterilla con entrenamiento de equilibrio

EI: extremidades inferiores; EP: ejercicio postural; ER: ejercicio de resistencia; GC: grupo control; GE: grupo experimental.

Tabla 5 Resultados en variables principales de los artículos incluidos en la revisión

Artículo y año	Muestra	Metodología	Parámetros de estudio	Resultados
Mueller et al. ²⁷ (2009)	M: 62 ♂: 26 ♀: 36 Edad: 71-89 años	- GE ₁ : (RET) - GE ₂ : (EET) - GC: (entrenamiento cognitivo) Tiempo intervención: 12 semanas	- MM (TC) - PF (TUG y escala de balance de Berg) - Grasa corporal	Los sujetos mejoraron en TUG independientemente del grupo al que pertenecieran, pero no hubo mejoras en BBS MM: aumento significativamente para los de grupos RET y EET, pero no para el grupo CON Grasa corporal: reducción de grasa corporal total y pliegues cutáneos
Kemmler et al. ²⁴ (2010)	M: 227 ♀: 227 Edad: 69 ± 4 años	- GE ₁ : (ER + WB-EMS) - GE ₂ : (ER) - GC Tiempo intervención: 72 semanas	- MM (DEXA) - FM (flex. R + dinamómetro isométrico) - PF (TUG) - Grasa corporal	Mejoras significativas de los parámetros estudiados del grupo ER en comparación con el grupo control Grasa corporal: reducción total de grasa y de la grasa del muslo

Tabla 5 (continuación)

Artículo y año	Muestra	Metodología	Parámetros de estudio	Resultados
Cadore et al. ¹⁶ (2013)	M: 24 ♂: 7 ♀: 17 Edad: 89-96 años	- GE ₁ : (ER + CnR [40-60% 1RM] + multimodal) - GC (ejercicios movilidad) Tiempo intervención: 12 semanas	- MM (TC) - FM (Grip, Ext.R y Flex. C con dinámom. Isomét. + PP y PMI con 1RM dinámico) - PF (TUG, chair rise, velocidad paso) - CSA (TC)	MM: mejora significativa con ER FM: mejora de ER tanto en isométrico como con el dinámometro P.F: aumento significativo con ER CSA: hubo cambios significativos
Kemmler et al. ¹⁹ (2013)	M: 227 ♀: 227 Edad ≥ 65 años	- GE (115): GE-AF(79) y GE-BF (36) - GC (112) Tiempo de intervención: 18 meses	- LBM, ASMM (DXA)	LBM incremento significativo en GE-AF e incremento leve en GE-BF ASMM incremento no significativo en GE-AF y descenso significativo en GE-BF
Reid et al. ²⁴ (2014)	M: 52 ♂: 19 ♀: 33 Edad: 73-83 años	- GE ₁ : (ER + CnR alta intensidad; 70%) - GC (ER + CnR baja intensidad; 40%) Tiempo intervención: 16 semanas	- MM (TC) - FM (1RM en Ext.R y PMI) - PF (SPPB) - CSA (TC)	MM: n/s FM: mejora significativa en ambos grupos. Sin diferencias entre grupos PF: mejora significativa en ambos grupos. Sin diferencias entre grupos CSA: ganancias de un 5-12%
Fragala et al. ¹⁷ (2014)	M: 23 ♂: 13 ♀: 10 Edad: 70,5 ± 6 años	- GE ₁ : (ER + desentrenamiento) - GC: (ER) Tiempo intervención: 12 semanas	- MM (DEXA) - FM (grip dinámometro) - PF (TUG, chair rise, velocidad paso) - LBM	ER y CON: aumento en PF, vel. paso, chair rise Desentrenamiento y CON: aumento en PF, vel. paso, chair rise
Liu et al. ¹⁴ (2014)	M: 177 ♂: 51 ♀: 126 Edad: 76,5 ± 4 años	- GE ₁ : (ER [fuerza, flexibilidad, Ejercicio aeróbico]) - GC: (ED)	-MM (DEXA) -FM (dinámometro) -PF (SPPB + vel. paso) -Grasa corporal	En este estudio solo se analiza el parámetro de PF, el cual pasados las 24 semanas mejora con ER respecto el grupo CON
González et al. ²⁶ (2013)	M: 23 ♂: 12 ♀: 11 Edad: 70 ± 5 años	- GE: RET - GC: ABVD Tiempo de intervención: 6 semanas	Evaluación de equilibrio estático (en segundos)	GE: mejora del equilibrio estático GC: empeoramiento del equilibrio estático
Hong et al. ²⁵ (2016)	M: 23 ♂: 10/♀: 13 Edad: 69-93 años	- GE (11): ER (con videoconsola) - GC (12) Tiempo de intervención: 12 semanas	- MM (DEXA) - Senior Fitness Test (SFT): velocidad, chair stand, arm curl test	Mejora significativa en IMM e IMMA Mejora significativa en chair-stand
Piastra et al. ²⁰ (2018)	M: 66 ♀: 66 Edad ≥ 65 años	- GE (33): ER - GC (33): EP Tiempo de intervención: 36 semanas	- LBM, MM, IMM (BIA) - FM (dinámometro) - Equilibrio (PFE)	LBM, MM, IMM y FM: mejora significativa con ER Equilibrio: disminuye con ER e incrementa con EP con ojos cerrados, pero con ojos abiertos disminuye en ER sin diferencias en EP Tiempo de equilibrio: aumenta con ER tanto con ojos abiertos como cerrados y disminuye con EP con ojos cerrados

Tabla 5 (continuación)

Artículo y año	Muestra	Metodología	Parámetros de estudio	Resultados
Chen et al. ³⁰ (2018)	M: 33 ♀: 33 Edad: 65-75 años	- GE: FIT (KT) + desentrenamiento - GC: ABVD Tiempo de intervención: 12 semanas	- Composición corporal: peso, MM, MG, IMMA - Sarcopenia (ASM/m ²) - FM: dinamómetro manual y de espalda - FM (dinamómetro) - PF: <i>Up and go</i> , 6 min walk-test	En GE incremento estadísticamente significativo de MM, IMMA, ASM/m ² y FM, tanto en la semana 8 como en la 12, con respecto al grupo control
Wu et al. ²¹ (2018)	M: 17 ♂: 12 ♀: 5 Edad ≥ 65 años	- GE (6): ER + EP + EE (con videoconsola) - GC (7) Tiempo de intervención: 12 semanas	- FM (dinamómetro) - PF: <i>Up and go</i> , 6 min walk-test	Mejora en dinamómetro (<i>handgrip</i>) y test de <i>Timed Up and Go</i>

ABVD: actividades básicas de la vida diaria; ASMM: masa muscular apendicular; BIA: bioimpedanciometría; CSA: área muscular; Cniso: contracción isométrica; CnL: contracción lenta; CnR: contracción rápida; DEXA: absorciometría dual de rayos X; EE: ejercicio de equilibrio; EET: ejercicio excéntrico; E.D: grupo educación; EP: ejercicio postural; ER: ejercicio de resistencia; Ext.C: extensión cadera; Ext.R: extensión rodilla; F.Ex: fuerza explosiva; F.I: fuerza isométrica; FM: fuerza muscular; FIT: *fitness*; Flex.R: flexión rodilla; GC: grupo control; GE-AF: grupo experimental alta frecuencia; GE: grupo experimental; GE-BF: grupo experimental baja frecuencia; IMM: índice masa muscular; LBM: masa corporal magra; MM: masa muscular; MVIC: prueba de contracción métrica; PF: prueba funcional; PFE: plataforma fuerza estática; PMI: *press* miembro inferior; PP: *press* de pecho; RET: ejercicio de resistencia convencional; RM: repetición máxima; RMN: resonancia magnética nuclear; SL: fuerza alta intensidad/alto volumen; SPPB: short physical performance battery; SS: fuerza alta intensidad/bajo volumen; TC: tomografía computarizada; TUG: *Time Up and Go*; WB-EMS: grupo electroestimulación.

mismo grupo muscular al haberse demostrado en población general no solo utilidad para el descanso muscular, sino para obtener mejores resultados²⁹, siendo el estudio de Chen et al.³⁰ el único que hace esta consideración en su protocolo de ejercicio.

Previamente se han publicado al menos 2 revisiones sistemáticas sobre este tema^{31,32}, y las conclusiones de las mismas van en la misma línea de lo expuesto anteriormente; el beneficio más marcado se consigue con programas de ejercicio de fuerza de alta intensidad. Si bien, hay que tener en cuenta que ambas revisiones incluyen estudios en los que se realiza suplementación nutricional, por lo que no se puede concluir que el beneficio observado sea exclusivamente del ejercicio pautado, y por tanto limita las conclusiones obtenidas en las mismas, siendo en nuestro conocimiento la presente la primera revisión sistemática que incluye únicamente estudios basados en la valoración de ejercicio físico.

Entre las limitaciones a la hora de establecer conclusiones se encuentra la dificultad a la hora de analizar y comparar los resultados, ya que no hay un consenso establecido para la medición y homogenización, especialmente en lo referente a pruebas funcionales, pero también en lo relativo a pruebas antropométricas, por lo que cada estudio ha valorado distintas variables según criterio. Otra limitación importante es que existe una gran variabilidad en los rangos de edad de los diferentes estudios, con una horquilla que va de los 65 a más de 90 años, sin valorarse en ningún estudio las posibles diferencias en los resultados de eficacia por rango de edad. Tampoco se han valorado diferencias en los resultados por sexo, aunque en algún estudio como el de Mueller et al.²⁷ se especifica en la metodología que se aplica diferente carga de peso inicial en los ejercicios de fuerza en función del género.

En general, son estudios de corta duración, salvo el de Kemmler et al.²³ que se prolonga hasta las 72 semanas, por lo que los resultados obtenidos son a corto plazo; a la hora de hacer un plan estructurado de entrenamiento a largo plazo hay que considerar que el músculo, al estar sometido al mismo estímulo, se adapta y genera una meseta fisiológica sin lograr cambios en las cualidades físicas, como la fuerza, debiéndose realizar modificaciones bien en el peso de resistencia, bien en el número de series o repeticiones, bien en el tiempo de duración del ejercicio, con el fin de obtener mejores resultados, como progresar en la carga de ejercicio en el sujeto anciano con sarcopenia, que es algo que aún debe analizarse específicamente con nuevos estudios.

Conclusión

El ejercicio muestra importantes beneficios en ancianos con sarcopenia. Los ejercicios aeróbicos (caminar) prescritos habitualmente en la práctica clínica no logran alcanzar un resultado beneficioso significativo.

La evidencia actual demuestra que los entrenamientos basados en fuerza-resistencia y la combinación en programas multimodales con ejercicio aeróbico y de equilibrio muestran efectos significativamente beneficiosos sobre parámetros antropométricos y de funcionalidad muscular, debiendo adecuarse los ejercicios a las características de cada individuo.

Autoría

D.E. Barajas Galindo, E. González Arnáiz y P. Ferrero Vicente han realizado la concepción y diseño del estudio. Todos los

autores participaron en la redacción del manuscrito y revisión de la versión definitiva del mismo.

Conflicto de intereses

Ninguno.

Bibliografía

- Mañas R, et al. Aproximación al desarrollo de un programa nacional de investigación sobre Envejecimiento desde el concepto de fragilidad. *SEGG*. 2001;36:24–35.
- Lloyd B, Williamson D, Singh N, Hansen R, Diamond T, Finnegan T, et al. Recurrent and injurious falls in the year following hip fracture: A prospective study of incidence and risk factors from the sarcopenia and hip fracture study. *J Gerontol A Biol. 2009*;64A:599–609.
- Burgos Peláez R. Sarcopenia en ancianos. *Endocrinol Nutr*. 2006;53:335–44.
- Carrillo R, Bermejo JM, Peña C, Gabriel U, Cortés C. Fragilidad y sarcopenia. *Rev Fac Med Univ Nac Auton Mex*. 2011;54:12–21.
- Cares LV, Domínguez CC, Fernández MJ, Farías CR, Win-tin Chang G, Fasce G, et al. Evolución de la capacidad funcional en adultos mayores hospitalizados en la unidad geriátrica de agudos del Hospital Clínico de la Universidad de Chile. *Rev Med Chile*. 2013;141:419–27.
- Morley J, Cao L. Rapid screening for sarcopenia. *J Cachexia, Sarcopenia and Muscle*. 2015;6:312–4.
- Masanés Torán F, Navarro López M, Sacanella Meseguer E, López Soto A. ¿Qué es la sarcopenia? *J Sem Reu*. 2010;11:14–23.
- Baumgartner R, Koehler K, Gallagher D, Romero L, Heymsfield S, Ross R, et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol*. 1998;147:755–63.
- Cruz-Jentoft A, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019;48, 601–601.
- Choi K. Sarcopenia and sarcopenic obesity. *J Clin Endocrinol Metab*. 2013;28:86.
- Spence L, Lipscomb E, Cadogan J, Martin B, Wastney M, Peacock M, et al. The effect of soy protein and soy isoflavones on calcium metabolism in postmenopausal women: A randomized crossover study. *Am J Clin Nutr*. 2005;81:916–22.
- Heredia L. Ejercicio físico y deporte en los adultos mayores. *Geroinfo. RNPS*. 2006;1:1–10.
- Fuenmayor C, Ramón E, Villabón G, Saba T. Sarcopenia-visión clínica de una entidad poco conocida y mucho menos buscada. *Rev Venez Endocrinol Metab*. 2007;5:3–7.
- Liu C, Leng X, Hsu F, Kritchevsky S, Ding J, Earnest C, et al. The impact of sarcopenia on a physical activity intervention: The lifestyle interventions and independence for elders pilot study (LIFE-P). *J Nutr Health Aging*. 2013;18:59–64.
- Reliability of the PEDro Scale for Rating Quality of Randomized Controlled, *Trials*. *Phys Ther*. 2003;83:713–21.
- Cadore E, Casas-Herrero A, Zambom-Ferraresi F, Idoate F, Millor N, Gómez M, et al. Multicomponent exercises including muscle power training enhance muscle mass power output functional outcomes in institutionalized frail nonagenarians. *AGE*. 2013;36:773–85.
- Fragala M, Fukuda D, Stout J, Townsend J, Emerson N, Boone C, et al. Muscle quality index improves with resistance exercise training in older adults. *Exp Gerontol*. 2014;53:1–6.
- Machado A, García-López D, González-Gallego J, Garatachea N. Whole-body vibration training increases muscle strength and mass in older women: A randomized-controlled trial. *Scandinavian J Sci Med Sport*. 2009;20:200–7.
- Kemmler W, von Stengel S. Exercise frequency health risk factors, and diseases of the elderly. *Arch Phys Med Rehab*. 2013;94:2046–53.
- Piastra G, Perasso L, Lucarini S, Monacelli F, Bisio A, Ferrando V, et al. Effects of two types of 9-month adapted physical activity program on muscle mass muscle strength, and balance in moderate sarcopenic older women. *BioMed Res Int*. 2018;2018:1–10.
- Wu Y, Lin J, Wu P, Kuo Y. Effects of a hybrid intervention combining exergaming and physical therapy among older adults in a long-term care facility. *Geriatr Gerontol Int*. 2018;19:147–52.
- Kemmler W, von Stengel S, Engelke K, et al. Exercise effects on bone mineral density, falls, coronary risk factors, and health care costs in older women: The randomized controlled Senior Fitness and Prevention (SEFIP) study. *Arch Intern Med*. 2010;170:179–85.
- Kemmler W, von Stengel S, Engelke K, Häberle L, Mayhew J, Kalender W. Exercise body composition, and functional ability. *Am J Prev Med*. 2010;38:279–87.
- Reid K, Martin K, Doros G, Clark D, Hau C, Patten C, et al. Comparative effects of light or heavy resistance power training for improving lower extremity power and physical performance in mobility-limited older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med*. 2014;70:374–80.
- Hong J, Kim S, Kong H. Effects of home-based tele-exercise on sarcopenia among community-dwelling elderly adults: Body composition and functional fitness. *Exp Gerontol*. 2017;87:33–9.
- González A, Mangine G, Fragala M, Stout J, Beyer K, Bohner J, et al. Resistance training improves single leg stance performance in older adults. *Aging Clin Exp Res*. 2013;26:89–92.
- Mueller M, Breil F, Vogt M, Steiner R, Lippuner K, Popp A, et al. Different response to eccentric and concentric training in older men and women. *Eur J Appl Physiol*. 2009;107:145–53.
- Bogaerts A, Delecluse C, Claessens A, Coudyzer W, Boonen S, Verschueren S. Impact of whole-body vibration training versus fitness training on muscle strength and muscle mass in older men: A 1-year randomized controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2007;62:630–5.
- Pareja-Blanco F, Rodríguez-Rosell D, Aagaard P, Sánchez-Medina L, Ribas-Serna J, Mora-Custodio R, et al. Time course of recovery from resistance exercise with different set configurations. *J Strength Cond Res*. 2018;1, <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0000000000002756>.
- Chen H, Wu H, Chen Y, Ho S, Chung Y. Effects of 8-week kettlebell training on body composition, muscle strength, pulmonary function, and chronic low-grade inflammation in elderly women with sarcopenia. *Experimental Gerontology*. 2018;112:112–8.
- Yoshimura Y, Wakabayashi H, Yamada M, Kim H, Harada A, Arai H. Interventions for treating sarcopenia: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled studies. *J Gerontol A Biol Sci Med*. 2017;18:553, e1-553.e16.
- Vlietstra L, Hendrickx W, Waters D. Exercise interventions in healthy older adults with sarcopenia: A systematic review and meta-analysis. *Austral J Ageing*. 2018;37:169–83.