



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
SUPERIORES UNIDAD LEÓN**

TEMA:

**ENTRENAMIENTO DE FUERZA PARA MEJORAR
LA VELOCIDAD DE LA MARCHA EN PERSONAS
MAYORES – REVISIÓN SISTEMÁTICA**

MODALIDAD DE TITULACIÓN:

DIPLOMADO DE ACTUALIZACIÓN PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN FISIOTERAPIA

P R E S E N T A:

ODALYS LOPEZ GONZALEZ



TUTOR: DIEGO YEPEZ QUIROZ

ASESOR: JOSÉ GUADALUPE RIVERA CHAVEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A mi alma máter, la Universidad Nacional Autónoma de México, la mejor Universidad del país, por permitir a jóvenes como yo, acceso a la educación superior de prestigio y fomentar el sentido de pertenencia a través de la comunidad universitaria.

A la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León, por la oportunidad de pertenecer a su matrícula y brindarme la oportunidad de realizarme como profesionista.

Al programa “Beca de fortalecimiento de los estudios de la licenciatura y alta exigencia” y “becas de titulación-alto rendimiento académico”. Así como a la División de Educación Continúa e Innovación, por llevar a cabo diplomados como “Lesiones deportivas y ortopédicas”.

Al Hospital Regional ISSSTE León, por la oportunidad de realizar mi servicio social en sus instalaciones. Una mención especial para el Dr. Cesar Moreno y el Dr. Jorge Luis Torres, gracias por el conocimiento brindado, por fomentar la investigación y por su excelencia médica.

A mi tutor Diego Yopez Quiroz, por compartir su conocimiento y ser un profesor ejemplar, por mostrar interés en la investigación y difusión en la fisioterapia. Agradezco la oportunidad de ser su alumna, así como su disposición y atención en este trabajo.

A mi asesor José Guadalupe Rivera, agradezco la oportunidad de conocerlo y ser afortunada de escuchar su cátedra. Gracias por sensibilizar a sus alumnos, escucharnos y fomentar el respeto a las personas mayores.

A mi familia. A mis abuelos por enseñarme que la educación comienza en casa, gracias por ser partícipes de ella desde pequeña hasta la fecha. A Laura, por ser símbolo de fortaleza y por siempre brindarme las mejores oportunidades. Gracias Ximena, ser mi compañera y mi calma, les quiero.

A Eduardo Vázquez, Brenda Sánchez y Vania Erazo, por ser fuente de inspiración, confiar en mis conocimientos y brindarme su amistad, siempre tendrán un lugar especial en mi corazón.

A Saraí Carrera, Fanny Vázquez, Stephanie Hurtado, Jennifer Sánchez, Magaly y Luis Ernesto; por ser mi lugar seguro día a día, gracias por apoyarme y por siempre estar, que sepan que son muy especiales para mí.

A mi primera amiga en la uni y mejor roomie, Itzi, gracias por tu compañía, por compartir nuestros primeros años fuera de casa juntas. Eres una persona increíble.

A Esthela, Marieta, Julia, Maggie, Reyna, Alonso y Josué, por hacer mis días universitarios más fáciles, mi vida más ligera y feliz. Atesoro muchos buenos momentos con ustedes, les quiero.

A los pacientes que han dejado huella en mí, gracias por compartir su sabiduría conmigo, por ser consejeros y maestros de vida. Gracias por su cariño, siempre será recíproco.

A aquellos que han estado presentes a lo largo de mi vida, por aportar y formar parte de mí.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	2
ÍNDICE	3
RESUMEN	4
INTRODUCCIÓN	5
ANTECEDENTES	6
MARCO TEÓRICO	
1.1 ENVEJECIMIENTO	7
1.2 ENVEJECIMIENTO POBLACIONAL	7
1.3 CAMBIOS FISIOLÓGICOS DEL ENVEJECIMIENTO	8
1.4 MARCHA HUMANA	10
1.5 MARCHA Y ENVEJECIMIENTO.....	13
1.6 FUNCIONALIDAD Y MOVILIDAD	16
1.7 MARCHA Y MOVILIDAD.....	17
1.8 ACTIVIDAD FÍSICA EN LA PERSONA MAYOR	18
1.9 ENTRENAMIENTO DE FUERZA	19
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	22
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	23
JUSTIFICACIÓN	24
OBJETIVOS.....	24
MÉTODOS.....	25
RESULTADOS	28
DISCUSIÓN	48
CONCLUSIÓN.....	50
ANEXOS	51
REFERENCIAS	52

RESUMEN

Introducción: El envejecimiento presenta cambios en la composición corporal, la masa y fuerza asociados a la disminución de la movilidad y de la velocidad de la marcha (1) generando un deterioro progresivo de la capacidad funcional. Se ha buscado implementar un estilo de vida saludable donde se practique ejercicio con la finalidad de mejorar la calidad de vida e independencia de las personas mayores (2).

Objetivo: Documentar la influencia del entrenamiento de fuerza para la marcha de la persona mayor y demostrar que este entrenamiento es un método adecuado para mejorar la salud y calidad de vida.

Metodología: Para el desarrollo de este trabajo se empleó la metodología PRISMA, utilizando la terminología Mesh con los términos clave de búsqueda: ("aged" AND "walking speed" AND "resistance training") y ("elderly" AND "gait" AND "resistance training"), en las bases de datos MEDLINE Ovid, Pubmed y Scopus. Se incluyeron artículos con población participante igual o mayor a 60 años, aquellos que aplicaron entrenamiento de fuerza, con resultados explícitos sobre la variable de velocidad de la marcha, y ensayos clínicos aleatorizados o estudios de cohorte.

Resultados: La presente revisión sistemática incluyó 9 artículos (36–44), los cuales reportaron metodologías de entrenamiento distintas. Con base en lo analizado, podemos inferir que un programa de fuerza aplicado a personas mayores debería incluir mayormente ejercicios inerciales, el cual utilice la percepción del cansancio del participante para la progresión de carga, aunque en sujetos entrenados la progresión se realiza con base al %1RM. E idealmente debería tener una fase de adaptación de aproximadamente 12 semanas, con trabajo de cargas bajas, realizando dicho entrenamiento de 2 a 3 veces por semana. Importante recordar la retroalimentación verbal para motivar a realizar de forma rápida la fase concéntrica del movimiento y el regreso a la posición inicial de manera lenta.

Conclusiones: En conclusión, el entrenamiento de fuerza en personas mayores resulta útil; ya que demostró mejorías en pruebas funcionales y adicionalmente a lo buscado en esta revisión, demostró preservar las actividades de la vida diaria, incluso se reportó una buena tolerancia y adherencia por parte de los participantes. Sin embargo, la mayoría de los artículos incluidos, no reportaron resultados significativos en la velocidad de la marcha, en comparación a otras revisiones en donde se combina el entrenamiento de fuerza con otros tipos de entrenamiento, como el entrenamiento del equilibrio y trabajo de flexibilidad; los cuales mejorarán otros aspectos como el riesgo de caídas.

INTRODUCCIÓN

El envejecimiento presenta cambios en la masa y fuerza muscular, lo cual se asocia a un rendimiento físico bajo, disminución de la movilidad y de la velocidad de la marcha (1).

Aunado a estos cambios y pérdidas, la literatura describe síndromes geriátricos como la “fragilidad”, los cuales generan un deterioro progresivo de la capacidad funcional en las personas mayores. Una muestra de este deterioro son los cambios en la velocidad de la marcha, la cual como conocemos es una función intrínseca del ser humano que determina el desplazamiento hacia delante. Por su requerimiento energético es indispensable una adecuada integración de los sistemas que proporcionan la fuerza muscular, coordinación y propiocepción, entre otros (18,32).

Para ello se ha buscado implementar un estilo de vida saludable donde se practique ejercicio, el cual ha comprobado mejorar la calidad de vida debido a sus efectos fisiológicos positivos. Tradicionalmente se utilizan programas de entrenamiento aeróbico o de entrenamiento multicomponente. Este trabajo pretende demostrar que el entrenamiento de fuerza de igual manera que los anteriores, es un método adecuado para mejorar la salud y calidad de vida en personas mayores (2).

Asumiendo el entrenamiento de fuerza como aquel ejercicio que busca la contracción del músculo contra una resistencia con la intención de provocar cambios fisiológicos y morfológicos, el cual se ha reportado como un método de entrenamiento seguro para las personas mayores con resultados favorables en la funcionalidad, velocidad de la marcha y actividades de la vida diaria. Sin embargo, existen limitaciones en la evidencia dosis-respuesta (2,3).

ANTECEDENTES

Previas investigaciones han demostrado que el entrenamiento de fuerza aumenta la masa, fuerza y potencia muscular, además de mejorar parámetros como la velocidad de la marcha y el tiempo en levantarse y sentarse de una silla, así como el aumento de área muscular; permitiendo un mejor rendimiento físico y una vida más activa e independiente en la vejez (4).

Steib Simón et al. Mediante un metaanálisis comparó diferentes tipos de entrenamiento de fuerza, obteniendo los siguientes hallazgos: A) al comparar el entrenamiento de potencia con el entrenamiento de resistencia progresiva reportó que ambos tipos de entrenamiento son beneficiosos para mejorar la fuerza muscular máxima, sin embargo, el entrenamiento de potencia obtuvo mayor resultado en el rendimiento físico y estado funcional. B) el entrenamiento excéntrico demostró mayor ganancia de fuerza comparado con entrenamiento isocinético concéntrico. C) La repetición de tareas funcionales demostró efectos positivos en rendimiento físico como subir escaleras y la velocidad de la marcha, sin embargo, se desconoce sobre el desempeño en otras tareas funcionales (3).

Por otra parte, Estele Caroline Welter; realizó una revisión sistemática y metaánalisis comparativo entre el entrenamiento de fuerza contra un programa de entrenamiento multicomponente, con el cual demostró que el entrenamiento de fuerza como única modalidad no proporcionó resultados significativos para el TUG (Timed Up and Go) y la prueba de velocidad de la marcha en 5 metros.

MARCO TEÓRICO

1.1 ENVEJECIMIENTO

En México y otros países en desarrollo se considera el inicio del **envejecimiento** a los 60 años; el cual es un proceso biológico gradual y adaptativo influenciado por factores ambientales y comportamentales de cada individuo. Se caracteriza por ser un proceso universal, dinámico, progresivo no lineal, irreversible y variado en el cual se observan modificaciones morfológicas, fisiológicas, bioquímicas y psicológicas; que conlleva a un descenso gradual de las reservas fisiológicas y la respuesta homeostática (5,6).

1.2 ENVEJECIMIENTO POBLACIONAL

El envejecimiento se ha convertido en objeto de estudio debido al incremento notable de personas mayores en la población mundial, considerándose así *envejecimiento poblacional*, el cual ha mostrado una aceleración del ritmo de crecimiento en comparación a otros grupos etarios. En 2018, se registró por primera vez un número mayor de personas de 65 años en comparación a niños menores de cinco años. Mientras que, en 2019, por cada 11 personas 1 era mayor de 65 años; se calcula que, en 2050, 1 de cada 6 personas en el mundo sea mayor de 65 años, según datos reportados en el informe “*Perspectivas de la población mundial 2019*” (5,7).

Este envejecimiento poblacional es resultado de factores demográficos, principalmente: *mortalidad, fertilidad y migración*.

1. **Mortalidad y aumento de la esperanza de vida:** a partir 1950 se observó un incremento considerable en la esperanza de vida al nacer, una supervivencia y longevidad mayor. En países de ingresos altos dicha esperanza aumenta en comparación con países de ingresos bajos, con algunas variaciones entre hombres y mujeres.
2. **Decremento en las tasas de fecundidad:** propiciado por los cambios en las normas de género y mayor acceso a métodos anticonceptivos.

Cambios en la esperanza de vida a partir de 1950, con proyecciones hasta el año 2050, por región de la OMS y en todo el mundo

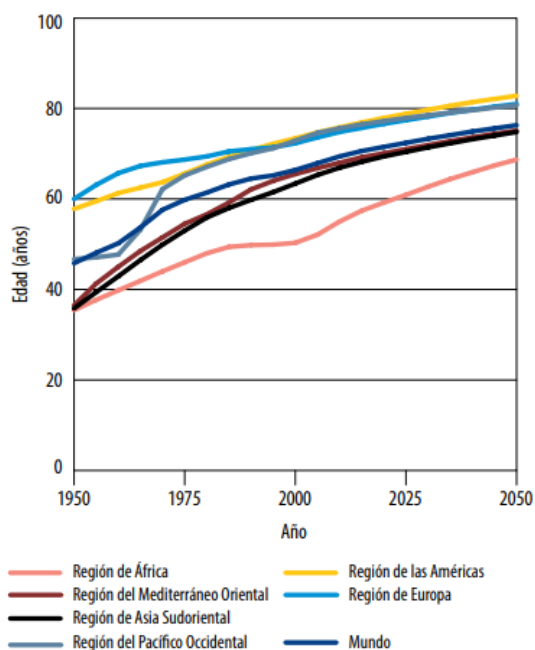


Imagen 1. Organización Mundial de la Salud. Informe mundial sobre el envejecimiento y la salud. 2015. Pág. 50

3. La **migración** de personas jóvenes en busca de trabajo a países con altos flujos migratorios retrasa de forma temporal el envejecimiento, sin embargo, aquellos migrantes que se quedan finalmente formarán parte de la población adulta del país en el que radican (5,7).

Debido a la tendencia al envejecimiento poblacional, es importante distinguir y comprender los cambios fisiológicos del envejecimiento para brindar un enfoque activo para retrasar las morbilidades y proporcionar herramientas adecuadas para afrontar de manera eficaz las demandas biomédicas, sociales y costos del cuidado de las personas mayores.

1.3 CAMBIOS FISIOLÓGICOS DEL ENVEJECIMIENTO

Los cambios más significativos en la reserva orgánica de la persona mayor se dan en el sistema cardiovascular, pulmonar y renal. Como tema de interés de esta investigación, se abordarán los cambios fisiológicos del envejecimiento de la figura corporal, sistema cardiovascular, pulmonar, sistema nervioso y órganos de los sentidos (vista y oído) y sistema musculoesquelético; descritos a continuación (8):

Figura corporal

A partir de los 40 años, se pierde 1cm por cada 10 años, sin embargo, esta disminución de estatura es aún más relevante a partir de los 70 años, alcanzando a disminuir entre 2.5 y 7.5cm. La postura de la persona mayor tiende a una ligera anteriorización de la cabeza, flexión de tronco, caderas y rodillas. La masa grasa subcutánea disminuye y tiende a acumularse principalmente en la región abdominal; el sistema óseo pierde minerales y los huesos se vuelven menos densos; existe una disminución de la cantidad de agua debido a la atrofia tisular (8).

Sistema cardiovascular

Con el aumento de la edad, el corazón se vuelve más susceptible a enfermedades cardiovasculares; sin embargo, aun en ausencia de enfermedad existen cambios propios del envejecimiento, dentro de los estructurales encontramos un aumento de tamaño a expensas del ventrículo izquierdo, con pérdida de fibras musculares e infiltración de tejido adiposo y tejido conectivo, favoreciendo el engrosamiento de la pared cardíaca, propiciando una disminución de la sangre expulsada del corazón (8,9).

Los vasos sanguíneos disminuyen su elasticidad y existe un engrosamiento progresivo en sus paredes por el aumento del tejido conectivo, lo que aumenta la rigidez arterial; lo mencionado anteriormente aumenta la resistencia al flujo sanguíneo, presentando mayor incidencia la hipertensión arterial, con mayor aumento en la presión sistólica (8).

En condiciones de reposo, la frecuencia cardíaca se vuelve más lenta ya que las fibras musculares no se contraen tan rápidamente. Durante el ejercicio físico la frecuencia tarda más tiempo en aumentar, y más aún en disminuir posterior al ejercicio (8).

Sistema respiratorio

Existe una disminución de alveolos y capilares, y un incremento en el diámetro torácico anteroposterior aunado a la disminución de fuerza en el diafragma y músculos intercostales, estos cambios pueden observarse en la disminución de la capacidad vital (cantidad máxima de aire que puede expulsar el pulmón después de una inspiración máxima), sin embargo, la cantidad de aire que no se puede expulsar del pulmón aumenta, igual que la susceptibilidad a infecciones respiratorias. La transferencia de oxígeno disminuye, esta reducción es evidente en actividades que requieren gran cantidad de oxígeno, como el ejercicio extenuante (8,9).

Sistema nervioso y órganos de los sentidos

El encéfalo presenta disminución de células nerviosas (neuronas) y flujo sanguíneo cerebral, y alteración en los neurotransmisores y funciones cerebrales controladas por ellos, los más afectados son los colinérgicos y noradrenérgicos (8).

Visión: el tamaño de la pupila y la agudeza visual (capacidad para distinguir de forma nítida) disminuyen. El cristalino se vuelve gradualmente rígido, reduciendo la capacidad de cambiar de enfoque, conocido como *presbicia*: los objetos distantes se perciben con mayor claridad que los cercanos. Se reduce la “visión nocturna” ya que la sensibilidad del ojo en condiciones de escasa iluminación es menor (8,9).

Audición: el oído presenta engrosamiento de la membrana del tímpano y del pabellón auditivo, con mayor acumulación de cerumen. Reducción gradual en la capacidad de percibir tonos en frecuencias altas conocida como *presbiacusia*.

La velocidad de conducción de impulsos nerviosas disminuye, por lo cual los reflejos disminuyen y los movimientos se vuelven más lentos (9).

Estos cambios alteran la calidad de la información aferente, causando enlentecimiento del procesamiento de retroalimentación, mala integración sensorial y alteración en la percepción de la posición del cuerpo en el espacio. Lo cual afecta negativamente a la capacidad de percibir con precisión o anticiparse a cambios de condiciones normales del suelo, afectando a su vez, la capacidad de evitar obstáculos, subir escalones y moverse con eficacia en lugares con poca luz o con contrastes lumínicos, y aumenta el riesgo de caídas (10).

Sistema musculoesquelético

- *Hueso:* aumenta la actividad osteoclástica (resorción de materia ósea) y disminuye de la osteoblástica (formación de tejido óseo), predisponiendo a presentar osteoporosis y con ello mayor riesgo de fracturas, si la dieta es baja en calcio y vitaminas incrementa este riesgo (8).
- *Articulación:*
 - Disminución de la elasticidad del cartílago y la viscosidad del líquido sinovial, con ello aparece fibrosis en la membrana sinovial y aumento en la rigidez del tejido conectivo.
 - Mayor incidencia de lesiones inflamatorias, con propensión en rodilla y cadera (8).
- *Músculo:*
 - Las células satélite experimentan un estado de no división, perjudicando las capacidades regenerativas del músculo.
 - Disminuye la masa magra e incrementa la masa grasa.
 - Disminución de la función muscular asociada a pérdida de masa muscular (sarcopenia), conduce a discapacidad, caídas y aumento de la mortalidad.
 - La fuerza muscular disminuye principalmente por pérdida de unidades motoras y fibras musculares.
 - Los movimientos se vuelven más lentos, la marcha se vuelve inestable y la fatiga se presenta con mayor facilidad.
 - Cambios en fuerza y resistencia (8,11).

La limitación del rango y velocidad del movimiento están asociadas a la pérdida de masa muscular, disminución de la fuerza y cambios degenerativos en las articulaciones, lo cual se observa en la disminución en la precisión de movimientos finos y en alternantes rápidos, en donde se tiende a disminuir la velocidad del movimiento para planificar el siguiente, por consiguiente, la confianza y fiabilidad se ven reducidas en la persona mayor (8,11).

Es importante resaltar la variabilidad entre las personas mayores por lo que no se debe generalizar los cambios mencionados anteriormente.

1.4 MARCHA HUMANA

La marcha humana se describe como la acción motora voluntaria de desplazamiento del tronco y las extremidades inferiores influenciada por el nivel de conciencia de la persona, que requiere la interacción de centros de procesamiento sensorial y del sistema musculoesquelético. La cual es posible gracias a la interacción del equilibrio, automatización, coordinación y disociación (12,13).

La marcha se adquiere en la infancia por imitación y aprendizaje, requiere un proceso de desarrollo y automatización, este desarrollo se determina por factores extrínsecos como el entorno, e intrínsecos como la antropometría. El recién nacido muestra automatismos de la marcha en el reflejo primitivo “marcha automática”, en el cual se encuentra en posición vertical, tomando al recién nacido

por las axilas y sus pies contactan con una superficie, el contacto con la superficie produce reflejo de triple retirada en flexión, este reflejo aparece en los dos primeros meses de vida. Entre el mes 7 y 8, el niño se desplaza mediante reptación, a los 10 meses, comienza a gatear, entre los 12 y 15 meses consigue la marcha independiente; la cual presenta gran importancia en el desarrollo psicomotor ya que brinda autonomía (13,14).

Para la adquisición de la marcha es esencial el equilibrio, las primeras semanas de marcha se caracterizan por una base de sustentación aumentada y oscilaciones son laterales, con la finalidad de limitar el desequilibrio anteroposterior, ya que este necesita estabilidad de los músculos agonistas y antagonistas de tobillo, una vez estable, los desplazamientos son anteroposteriores (13,14).

El ciclo de la marcha consta de la alternación de apoyo y oscilación de los miembros inferiores; comienza con el contacto del talón con el suelo; posterior a ello oscila el miembro contralateral progresando hacia delante, el cual hace contacto con el suelo dando lugar al “doble apoyo”, continua con la oscilación del miembro ipsilateral para finalizar el ciclo con el siguiente contacto con el suelo del mismo talón. Este ciclo se divide funcionalmente en 2 fases y 8 sub-fases:

- **Fase de apoyo (60% del ciclo):** periodo en donde el pie recibe el peso del cuerpo, lo soporta y lo traslada, se subdivide en:
 - Contacto inicial: consiste en el ascenso del miembro inferior con el suelo, idealmente se realiza el contacto con el talón.
 - Fase inicial de apoyo: primer periodo de doble apoyo (ambos talones en contacto con el suelo), mantiene la estabilidad y da progresión al apoyo.
 - Fase media de apoyo: primer apoyo mono podal, comienza con el despegue de los dedos del miembro contralateral y acaba con el despegue de talón del miembro ipsilateral.
 - Fase final de apoyo: segunda mitad del apoyo mono podal. Termina cuando extremidad contralateral contacta con el suelo.
 - Fase previa de oscilación: prepara miembro para la oscilación, realiza la transferencia del peso (13).

- **Fase de oscilación 40% del ciclo:** periodo donde miembro inferior se encuentra en el aire y progresa hacia delante.
 - Fase inicial de oscilación: despegue suficiente del miembro del suelo
 - Fase media de oscilación: momento en que ambos miembros se cruzan; finaliza cuando la tibia del miembro oscilante alcanza la posición vertical y sobrepasa el miembro en apoyo.

- Fase final de oscilación: desaceleración del miembro y preparación para establecer un correcto contacto con el suelo (13).

La siguiente tabla incluye la biomecánica de las fases del ciclo de la marcha:

FASE DE APOYO	
Contacto inicial	La cadera se encuentra en flexión y rotación externa, rodilla en extensión y tobillo en posición neutral. Se activan principalmente glúteo mayor, cuádriceps, isquiotibiales y tibial anterior.
Fase inicial de apoyo	Flexión de rodilla, avance de la tibia, pie en ligera supinación y flexión plantar de tobillo; se cuenta con la participación de cuádriceps y tibial anterior.
Fase media de apoyo	Cadera en extensión, mientras que la rodilla pasa de flexión a extensión, el medio pie tiene un ligero giro a pronación para mantener el apoyo con el primer radio (unidad funcional constituida por el primer metatarsiano y el cuneiforme medial), el tobillo realiza dorsiflexión. Músculos participantes: cuádriceps, tríceps sural al inicio de la fase y finalmente solo soleo.
Fase final de apoyo	Cadera continua en extensión, y se contrae el tríceps sural para comenzar de nuevo la flexión de rodilla. El talón se despegar del suelo y avanza miembro inferior sobre el antepié.
Fase previa de oscilación	Cadera llega a posición neutral, mientras que rodilla y tobillos se encuentran en flexión, las articulaciones metatarso falángicas realizan dorsiflexión. El principal músculo en esta fase es el psoas iliaco.
FASE DE OSCILACIÓN	
Fase inicial de oscilación	Flexión combinada de cadera y rodilla, al final de la fase el miembro que oscila alcanza la extremidad contralateral, y el tobillo se encuentra en flexión dorsal.
Fase media de oscilación	Flexión continua de cadera, mientras que la rodilla se asemeja a un péndulo al realizar extensión pasiva con ayuda de la gravedad, el tobillo pasa de la dorsiflexión hacia una posición neutral.
Fase final de oscilación	Frenado de flexión de rodilla, queda en extensión. Mientras que cadera y tobillo mantienen sus posturas neutras Se prepara para próximo contacto inicial Músculos: cuádriceps, isquiotibiales, tibial anterior, extensor de los dedos y del primer orjejo.

Tabla 1. Fases del ciclo de la marcha, describe la biomecánica de estas. *Dedieu P. Anatomía y fisiología de la marcha humana. Podología [Internet]. 2020 Aug;22(3). Available from:*

La marcha se evalúa cualitativamente a través de la observación del comportamiento global del caminar del sujeto en estudio, se centra en el análisis de la estabilidad de apoyo, los movimientos de conjunto del tronco y actividad de miembros superiores y la calidad del impulso. Por otra parte, la descripción cuantitativa se basa en los *parámetros espacio temporales*, los cuales son variables puntuales que nos permiten comparar la marcha de una persona a otra, estos son:

- Longitud de paso: distancia entre dos puntos de contacto sucesivos de un pie y otro, medido en metros.
- Zancada: distancia lineal entre dos contactos de talón consecutivos del mismo pie
- Anchura de paso: distancia entre los puntos medios de ambos talones, es un indicador de estabilidad de la marcha.
- Ángulo de paso: ángulo entre la dirección del desplazamiento y eje anatómico del pie con el centro en el segundo metatarsiano, expresado en grados.
- Altura de paso: distancia que se eleva un pie sobre el suelo.
- Frecuencia/ cadencia de la marcha: número de pasos efectuados durante un periodo determinado, medido en pasos/minuto.
- Velocidad de la marcha: distancia recorrida en un tiempo dado (metros/segundo), se intensifica por aumento de la longitud del paso y/o frecuencia de la marcha (12).

1.5 MARCHA Y ENVEJECIMIENTO

La marcha es un indicador de salud en las personas mayores, que permite identificar la capacidad física, funcionalidad, desempeño social, dependencia, riesgo de caídas, fragilidad, e incluso algunas patologías neurológicas. Por lo tanto, su evaluación debe ser estructurada donde se integren aspectos neurológicos, oftalmológicos, otorrinolaringólogos, ortopédicos, farmacológicos, y una evaluación funcional (15).

Dentro de la evaluación cuantitativa, los parámetros espacio temporales están sujetos a presentar cambios particulares asociados a los cambios en la fuerza, equilibrio y factores psicológicos como el miedo a caer, categorizándose entonces como *marcha senil*. La siguiente tabla, describe las características de la marcha normal y aquella con cambios asociados al envejecimiento:

PARÁMETRO	MARCHA NORMAL	CAMBIOS ASOCIADOS AL ENVEJECIMIENTO
Longitud de paso	Aproximadamente 40 cm *depende de la estatura	Disminuye

Zancada	Aproximadamente 80 cm *depende de la estatura	Disminuye
Altura de paso	Aproximadamente 5 cm	Disminuye
Amplitud de paso	5-10 cm	Incrementa levemente
Cadencia	Entre 90 y 120 pasos / minuto *relacionado con estatura	No cambia excepto que existan patologías
Movimiento articular	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tobillo: 20° flexión plantar 15° de dorsiflexión ▪ Rodilla: extensión completa a 60° de flexión ▪ Cadera: 30° de flexión 15° de extensión 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tobillo: Disminuye fuerza de tríceps sural y rango articular ▪ Rodilla: Presenta alta prevalencia de artrosis, lo cual disminuye la movilidad articular; resulta compleja la extensión completa ▪ Cadera: Frecuente acortamiento de iliopsoas, favoreciendo la pérdida de extensión de cadera
Velocidad	1 m/seg aproximadamente	A partir de los 60 años disminuye por disminución de fuerza propulsiva, menor resistencia aeróbica y sacrifican el largo del paso por una mayor estabilidad
Fases de la marcha	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fase de apoyo 60% ▪ Fase de oscilación 40% 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fase de apoyo aumenta, a fin de favorecer estabilidad ▪ Fase de oscilación se encuentra reducida

Tabla 2. Características de la marcha, incluye las características de la marcha normal y los cambios asociados al envejecimiento. *Ortiz German MJ, Reyes Audiffred V. Alteraciones de la marcha y el balance en el adulto mayor. Universidad Nacional Autónoma de México; 2009.*

La evaluación funcional pretende obtener datos objetivos orientados a la clínica, utilizando escalas de evaluación de la marcha como SPPB, TUG y prueba de velocidad de la marcha. Estos instrumentos que evalúan el balance y la marcha son aplicables a la mayoría de las personas, pueden realizarse en cualquier lugar con instrumentos fáciles de conseguir, no requieren mucho tiempo aplicación y permiten detectar mejorías o deterioro de la funcionalidad.

El *Short Physical Performance Battery (SPPB)* diseñada en 1995, es una prueba que evalúa el desempeño físico de la persona mayor mediante tres apartados:

- Apartado de equilibrio: evalúa la capacidad de mantener el equilibrio durante 10 segundos en la posición de pies juntos uno al lado del otro, semi tándem y tándem.
- Apartado de velocidad de la marcha: calcula el tiempo que toma recorrer un trayecto establecido caminando normalmente.
- Apartado de fuerza de miembros inferiores: se realiza en primera instancia un intento, en el cual el participante coloca los brazos cruzados sobre el pecho y se levanta de la silla; si logra realizarlo continua la prueba repitiendo este movimiento cinco veces (6).

La puntuación oscila entre 0 y 12 puntos, obtener una puntuación entre 4 y 9 es predictor de fragilidad.

Un estudio piloto reclutó a 150 sujetos en Colombia con la finalidad de evaluar la fiabilidad, confiabilidad y validez del SPPB; se obtuvo una *fiabilidad* igual a 0,87 (IC95%: 0,77-0,96). La *confiabilidad* para la velocidad de la marcha de 0,92; apartado de levantarse de una silla 0,75 y apartado de equilibrio 0,64. *Validez* en los participantes que reportaron su salud como mala o muy mala y regular tuvieron puntajes SPPB más bajos, 9.0 (SD 2.6) y 9.5 (SD 2.1) respectivamente, con las mejores puntuaciones para los ancianos para aquellos que reportaron su salud como excelente, 10.8 (DE 1,1) ($p < 0,05$) (6,16) .

La prueba *Timed Up and Go* descrita en 1991, valora la movilidad y función de miembros inferiores. Es una prueba contra reloj que mide el tiempo en segundos que toma el participante en levantarse de la silla, caminar 3 metros, girar y volver caminando a paso normal y sentarse. Evalúa equilibrio, funcionalidad, memoria y velocidad de procesamiento. Un puntaje menor de 10 segundos considera a la persona mayor sana, hasta 20 segundos es normal en personas mayores frágiles y más de 20 segundos predice un riesgo elevado de caídas. La fiabilidad fue reportada como alta en adultos mayores, de 0.92-0.99, en correlación con la velocidad de la marcha, la validez fue $r=0.75$, frecuencia de paso $r=0.59$, la sensibilidad y especificidad fueron reportadas en 87% (6,17).

La velocidad de la marcha es una prueba rápida que puede calcularse sobre 3, 4, 6 o 5 metros (habitualmente 4 metros) condicionada por la edad, sexo, peso y talla. Predice caídas, discapacidad incidente, hospitalización, mala calidad de vida y mortalidad. Su cálculo se basa en la medición del tiempo que la persona mayor tarda en recorrer a ritmo de paso normal la distancia establecida y posteriormente se pasa a metros/segundo. Una velocidad de 0.8 m/s predice una supervivencia de 10 años, el riesgo es claro por debajo de 0.6 m/s, en cambio aquellos con 1.2 m/s tendrán una supervivencia excepcional (18).

Por otra parte, estudios biomecánicos han estudiado la cinemática de la marcha de la persona mayor, concluyen que la disminución de la velocidad se asocia a una reducción del movimiento articular,

dentro de los hallazgos se ha reportado que: 1.- la flexión plantar de tobillo, influye en la inclinación pélvica aumentando su inclinación hacia anterior; 2.- la extensión máxima de rodilla disminuye significativamente en personas mayores; 3.- se ha observado una reducción significativa en la extensión de cadera atribuida a tensión en cadera, implicando una marcha más lenta. En cuanto a la cinética, se ha reportado que la disminución de la velocidad de la marcha se asocia a reducciones en el torque articular y las fuerzas de reacción del suelo (19).

1.6 FUNCIONALIDAD Y MOVILIDAD

La funcionalidad se conoce como un proceso complejo y dinámico, que puede fluctuar en distintos estadios a lo largo del ciclo de la vida. Definida por la OMS como el “resultado entre la interacción de la persona y las características medio ambientales”, es un indicador del estado de salud de las personas mayores (20).

La medición de la funcionalidad se centra en la capacidad de realizar las actividades básicas de la vida diaria: baño, vestido, uso de sanitario, transferencias, continencia y alimentación, a través del índice de Katz; y las actividades instrumentales de la vida diaria: uso de teléfono, transporte, medicación, finanzas, compras, cocina, cuidado del hogar y lavandería, utilizando la Escala de Lawton y Brody. Estas son consideradas como predictoras de salud, ya que la pérdida del desempeño autodependiente hace alusión a la pérdida de la funcionalidad (6,20).

La movilidad forma parte de las actividades básicas diarias e instrumentadas, puesto que representa la capacidad de moverse de manera independiente por el entorno. Su limitación restringe la participación y es el predictor más importante de la discapacidad auto percibida. Puede considerarse como la limitación más importante de las actividades de la vida diaria (21).

1.7 MARCHA Y MOVILIDAD

La movilidad en el envejecimiento es indispensable para mantener la autonomía y prevenir la dependencia, hasta el momento no existe una definición operacional de la movilidad, en fisioterapia se representa generalmente como la deambulación doméstica y comunitaria. La discapacidad de la movilidad es la brecha entre la capacidad física de la persona mayor y los desafíos ambientales, presentándose la mayoría de los casos como el primer signo de deterioro funcional, esta discapacidad puede observarse desde la limitación en entornos desafiantes, hasta una discapacidad grave en personas encamadas (22,23).

Entre los factores de riesgo de una movilidad limitada, se encuentran principalmente: baja actividad física, presencia de enfermedades crónicas, deterioro en fuerza y/o equilibrio, hospitalizaciones recientes y presencia de síntomas depresivos (23).

Sin embargo, las causas de la limitación generalmente son de origen multifactorial:

- Factores ambientales: la Clasificación Internacional de Funcionamiento, Discapacidad y Salud (CIF) describe el impacto que tienen estos en la actividad y participación de la persona mayor, ya que estos pueden aumentar la complejidad de una tarea. En ellos encontramos las características del terreno, las cargas físicas externas, condiciones ambientales como el clima o luz, las demandas de atención, la distancia a recorrer y el tráfico (24).
- Restricciones intrínsecas:
 - Dolor musculoesquelético: su presencia duplica el riesgo de limitaciones de la movilidad, ya que afecta la fuerza y equilibrio.
 - Alteraciones posturales, la tendencia a una posición de flexión y caderas propias del envejecimiento, reducen la estabilidad postural y aumentan la demanda muscular, aumentando el gasto energético.
 - Cambios propios en el patrón de marcha: la disminución de extensión de cadera, aumento de ancho de paso y cadencia a fin de aumentar la estabilidad y seguridad de la marcha aumentan de igual manera el gasto energético.
 - Miedo a caer, descrito por Tinetti como “la preocupación duradera por caer, percepción baja de confianza en sí mismo que lleva a las personas a evitar actividades que aún son capaces de realizar”, aparte de limitar la movilidad, afecta la vida mental y social de las personas mayores, disminuyendo su sensación de bienestar y calidad de vida.
 - El sistema nervioso central contribuye a las limitaciones, puesto que disminuye la planificación de la respuesta motora asociada con las funciones ejecutivas y del movimiento voluntario, así como la coordinación presentes en la marcha, aumentando el riesgo de caídas y discapacidad (22,24).

La velocidad de la marcha es una herramienta utilizada para estudiar la disminución de la movilidad y predecir la discapacidad en las actividades de la vida diaria, puesto que refleja la fuerza muscular, equilibrio y resistencia. Una velocidad baja, se asocia con debilidad muscular, disminución en movimientos corporales y coordinados (24).

La marcha y movilidad presentan cambios asociados al envejecimiento, los cuales son comunes y susceptibles a la intervención fisioterapéutica mediante el ejercicio. Se ha demostrado que la fuerza es una de las limitaciones de la movilidad más estudiada, presentando 5 veces mayor riesgo de inmovilidad aquellos con alteraciones en el equilibrio y fuerza (24).

1.8 ACTIVIDAD FÍSICA EN LA PERSONA MAYOR

Según la OMS, la inactividad física es el 4° factor de riesgo de mortalidad más importante, puesto que se considera factor desencadenante de enfermedades crónicas no transmisibles como la hipertensión, diabetes mellitus, obesidad, osteoporosis, enfermedades cardiovasculares, cáncer, deterioro cognitivo y depresión (25).

La actividad física se refiere a todo aquel movimiento corporal que produce contracción muscular y aumenta el gasto de energía, esta actividad aumenta la expectativa de vida a través de la mitigación de cambios biológicos y preservación de la capacidad funcional. Sus beneficios están relacionados con la intensidad, frecuencia y duración de esta, sin embargo, no detiene el envejecimiento biológico, pero puede minimizar los efectos de un estilo de vida sedentario y aumentar la esperanza de vida al influir en la progresión de enfermedades crónicas (26).

El ejercicio es el movimiento planificado, estructurado y repetitivo que tiene como objetivo mejorar la condición física, este debe adaptarse a las condiciones de salud de cada persona. Los programas de ejercicio para la persona mayor deben incluir aspectos de fuerza, resistencia, flexibilidad y equilibrio; los cuales deben implementarse de manera progresiva, comenzando con un bajo impacto a intensidades moderadas. Se recomienda realizar una revisión médica previa a iniciar un programa de ejercicio físico, y complementar con la alimentación e hidratación según los requerimientos (26,27).

Realizar ejercicio mejora la calidad de vida ya que reduce la incidencia a enfermedades cardiovasculares, mejora el equilibrio metabólico, disminuye el riesgo de fracturas y caídas, mejora la autonomía y autoestima, ayuda a la integración social (26).

El Colegio Americano de Deporte y Medicina junto con la Asociación Americana del corazón proponen las siguientes recomendaciones para personas mayores de 65 años, o personas entre 50 y 64 años con condiciones clínicas significativas, con la finalidad de reducir el riesgo de enfermedades crónicas, muerte prematura y limitaciones funcionales:

- Ejercicio aeróbico: realizar mínimo 30 minutos por cinco días cada semana a intensidad moderada, o 20 minutos a intensidad vigorosa por tres días a la semana.
- Fortalecimiento muscular: con la finalidad de mantener la salud física y promover la independencia, se recomienda realizar este entrenamiento dos veces a la semana, de 8 a 10 ejercicios utilizando grupos musculares principales en días no consecutivos, con 10-15 repeticiones por cada ejercicio. Incluye ejercicios de calistenia con peso y un programa de entrenamiento progresivo con pesas.

- Flexibilidad: se recomiendan 10 minutos de flexibilidad basado en grupos musculares principales, manteniendo el estiramiento de 10 a 30 segundos en estático, repetir cada uno de 3 a 4 veces.
- Equilibrio: con la finalidad de reducir el riesgo de caídas, el tipo preferido y duración son poco claros, sin embargo, se recomienda realizar tres veces a la semana (28).

1.9 ENTRENAMIENTO DE FUERZA

El envejecimiento se asocia a la disminución de masa y fuerza muscular, lo que conduce al deterioro de la movilidad, disminución de la independencia, caídas y discapacidad física. La pérdida de masa muscular tiene una prevalencia del 10% en personas mayores a 60 años, generalmente es una pérdida gradual, que disminuye en un 1- 4 % por año en las extremidades inferiores. Mientras que la fuerza muscular disminuye 2 a 5 veces más que masa muscular (29).

La fuerza de agarre se ha considerado un biomarcador del envejecimiento, ya que es un indicador indirecto de la fuerza general, clínicamente la debilidad muscular se ha establecido en umbrales <26kg en hombres y <16kg en mujeres. La pérdida de fuerza se traduce en dificultad para realizar las actividades de la vida diaria (29).

Los cambios relacionados al envejecimiento se atribuyen a mecanismos como:

- Desuso muscular: las personas físicamente inactivas presentan el doble de riesgo de limitación de movilidad en comparación a aquellas que realizan actividad física.
- Deterioro en la síntesis de proteínas; perjudica la función contráctil y fuerza muscular, así como la calidad de las proteínas.
- Inflamación crónica; se relaciona con el aumento de la adiposidad y la desregulación metabólica, los cuales están relacionados con la debilidad muscular (29).

El entrenamiento de fuerza se basa en la ejercitación de los músculos con una resistencia específica que induce contracciones musculares, promoviendo cambios y adaptaciones fisiológicas al ejercicio, tiene como objetivo inducir la hipertrofia muscular y a su vez, mejorar la fuerza y condición física de las personas mayores (29,30).

Este tipo de entrenamiento mejora la capacidad metabólica del musculo esquelético y la sensibilidad a la insulina, previene la acumulación intramuscular de lípidos, aumenta la síntesis de proteínas, mejora el rendimiento físico y la calidad muscular, el bienestar psicológico, la independencia, reduce el riesgo de caídas y fracturas y mejora la calidad de vida en general. Sin embargo, solo el 37.5% de las personas mayores a 55 años en 2020 en México son activas físicamente, puesto que existen

mitos y desinformación sobre realización de esta práctica, así como barreras relacionadas con el miedo, dolor, fatiga y falta de apoyo social (29,31).

Los resultados del entrenamiento de fuerza se evalúan utilizando diferentes estrategias; la repetición máxima (1RM) evalúa el aumento de fuerza, el cual se ha reportado que incrementa desde el 25%. La calidad muscular se observa en el volumen muscular, se observa una disminución hipertrófica en la persona mayor. La resistencia muscular (capacidad de producir fuerza repetidamente en un período prolongado) presenta notables adaptaciones: reduce la coactivación de los músculos antagonistas y aumenta la densidad mitocondrial y capacidad oxidativa.

El sistema óseo presenta efectos positivos sobre la densidad mineral ósea. Algunos de los resultados metabólicos y endocrinos son: aumento de la oxidación de lípidos y disminución la oxidación de carbohidratos y aminoácidos en reposo, aumento del 8-12% el HDL (High Density Lipoprotein) y el LDL (Low Density Lipoprotein) disminuye entre un 13-23%, hay una reducción en los niveles de triglicéridos entre 11-18%, y disminuye el cortisol en reposo 15-25% (26).

A pesar de que el entrenamiento de fuerza tiene múltiples beneficios, se deben considerar algunas contraindicaciones absolutas como:

- Cardiopatía coronaria inestable
- Insuficiencia cardíaca descompensada
- Arritmias no controladas
- Hipertensión pulmonar grave (presión pulmonar media >55mmHg) e hipertensión arterial sistémica no controlada (presión sistólica >160 mmHg y diastólica >100 mmHg)
- Estenosis aórtica grave sintomática
- Miocarditis, endocarditis o pericarditis aguda
- Limitaciones musculoesqueléticas (29)

El entrenamiento debe ser diseñado bajo los principios de individualización y periodización, debe contar con la seguridad apropiada para las personas mayores, tener en cuenta la relación dosis-respuesta y seguir las recomendaciones de las guías basadas en la evidencia. Los efectos del entrenamiento sobre las adaptaciones de fuerza se ven influenciados por el sexo, tiempo de intervención y grupos musculares entrenados (26,29).

Un programa de entrenamiento para mejorar la masa y fuerza muscular en personas mayores debe incluir el siguiente enfoque

- **Intensidad:** trabajar intensidades bajas o moderadas (50-70% del 1RM) se observan cambios morfológicos, mientras que, alcanzar intensidades altas (70-85% del 1RM) ha demostrado incrementar la fuerza muscular.

- **Volumen:** se establece con la cantidad de peso levantado durante una sesión, el cual se calcula multiplicando el número de repeticiones por serie por el peso levantado en cada repetición. Se recomienda realizar de 2 a 3 series de 6 a 12 repeticiones al 50-80% del 1RM.
- **Frecuencia:** hace referencia al número de entrenamientos por grupo muscular a la semana, el cual se sugiere sea de 2 a 3 veces por semana (por grupo muscular).
- **Velocidad del movimiento y potencia:** indica la velocidad máxima en la fase concéntrica del movimiento, para obtener mejoras funcionales se aconseja incluir ejercicios de potencia a una velocidad alta, trabajando intensidades moderadas del 40-60% del 1RM (29).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La marcha es una función intrínseca del ser humano establecida como: “el conjunto de movimientos rítmicos del tronco y extremidades que determinan el desplazamiento hacia delante”, lo cual requiere la energía y acción de múltiples sistemas como el cardiorrespiratorio, circulatorio, nervioso y musculoesquelético (18). Por lo tanto, su adecuada ejecución refleja una óptima integración de estos sistemas ya que proporcionan la fuerza muscular, amplitud articular, coordinación y propiocepción. Siendo entonces un indicador de capacidad funcional y vitalidad (18,32).

Durante el envejecimiento se observan modificaciones estructurales y funcionales de los mecanismos que controlan el equilibrio y aparato locomotor, modificando el patrón de marcha y presentando alteraciones en la longitud y/o amplitud del paso, cadencia y velocidad; con las siguientes características: la postura tiende a presentar una ligera anteriorización de cabeza y tendencia a la flexión en tronco, caderas y rodillas; se observa una disminución del braceo; el paso presenta alteraciones disminuyendo su largo y aumentando su ancho; y se observa mayor duración en la fase de apoyo doble, abarcando del 25-30% del ciclo de la marcha (15).

Los cambios anteriormente mencionados predisponen a la persona mayor a un deterioro en la movilidad, mayor riesgo de caídas y disminución de la independencia para realizar sus actividades de la vida diaria. Por ello es importante valorar la marcha realizando un tamizaje de pruebas como: SPPB, TUG y velocidad de la marcha. El cribaje de estas pruebas ayudará a detectar de manera temprana la pérdida de la movilidad y prevenir la dependencia de la persona mayor. Se ha estudiado que en los individuos mayores de 60 años la prevalencia de manifestar alteraciones de la marcha es del 15%, la cual incrementa conforme avanza la edad, siendo 35% en aquellos mayores a 75 años y cerca del 50% en los mayores de 85 (15,33).

Al realizar las pruebas previamente mencionadas para obtener la velocidad de la marcha, se medirá de manera objetiva el estado de salud y movilidad funcional, prediciendo el riesgo de institucionalización y muerte. Su disminución está asociada a la pérdida de independencia y por tanto tiene un impacto negativo en la calidad de vida. Además, ha demostrado ser una medida confiable para predecir eventos adversos como pérdida de funcionalidad, fragilidad, fracturas y mayor morbimortalidad en la persona mayor (33,34) .

Stephanie Studenski et al. Correlaciona la velocidad de la marcha con la supervivencia en la persona mayor, en su estudio se tomó como muestra representativa adultos mayores de 75 años de ambos sexos, obteniendo como resultado que aquellos con velocidades iguales a **0.8 m/seg** presentaron una esperanza de vida mediana, mientras que aquellos con velocidades mayores a **1.0 m/seg**

demonstraron una supervivencia más larga. Agregando de 5 a 10 años más de vida por cada 0.1 m/seg de mayor velocidad (18).

Por otra parte, al correlacionar velocidad de la marcha con la dependencia funcional [En México el 40% de los adultos mayores son dependientes para realizar sus actividades de la vida diaria] T. Duran-Badilloa et al. sugiere los siguientes cortes en cuanto a la velocidad de la marcha reportadas en su estudio: adultos mayores con velocidades inferiores a **0.6-0.8 m/seg** presentaron mayor probabilidad de mala salud y funcionamiento, aquellos con velocidades mayores a **1.0 m/seg** reportaron un envejecimiento saludable, mientras que velocidades superiores a **1.2 m/seg** reflejaron una buena funcionalidad y mejor esperanza de vida (18,32).

Los fisioterapeutas necesitan conocer las intervenciones eficaces para entrenar la velocidad de la marcha y con ello mejorar la funcionalidad de las personas mayores. Si bien existen diferentes tipos de intervenciones, este trabajo se centra en la intervención mediante el entrenamiento de fuerza. El cual ha demostrado contrarrestar la debilidad muscular y fragilidad física, y al mismo tiempo logra mejorar el rendimiento físico y reducir el riesgo de caídas. Ante la prescripción de este tipo de entrenamiento es indispensable consultar la literatura disponible para dosificar de forma segura y beneficiosa el ejercicio (29).

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la influencia que tiene el entrenamiento de fuerza en la velocidad de la marcha de la persona mayor?

JUSTIFICACIÓN

Determinar la velocidad de la marcha en la persona mayor es un parámetro que permite identificar el riesgo cardiovascular, caídas, deterioro de la funcionalidad y muerte principalmente. Se ha asociado que realizar entrenamiento de fuerza 2 o 3 días por semana, trabajando 1 a 2 ejercicios multiarticulares por grupo muscular, llegando a una intensidad de 70-85% del 1RM; obtiene mejores adaptaciones neuromusculares lo que se traduce en mejoría funcional de las actividades de la vida diaria (29).

Es por esta razón que este estudio se justifica para encontrar la mejor evidencia al respecto.

OBJETIVOS

Objetivo General:

Documentar la influencia del entrenamiento de fuerza para la marcha de la persona mayor.

Objetivos Específicos:

1. Describir los beneficios del entrenamiento de fuerza en la marcha de la persona mayor.
2. Identificar los diferentes tipos de entrenamiento de fuerza en la persona mayor.

MÉTODOS

Para el desarrollo de este trabajo se utilizó la metodología de los elementos de informe para revisiones sistemáticas y metaanálisis: por sus siglas en inglés PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis, 2020) (35).

Criterios de elegibilidad

▪ Criterios de inclusión:

- a) Artículos con población participante igual o mayor a 60 años.
- b) Artículos que aplican entrenamiento de fuerza como intervención.
- c) Aquellos que en los resultados exponen los beneficios del entrenamiento de fuerza sobre la variable de velocidad de la marcha, reflejando resultados objetivos en pruebas como SPPB, TUG o prueba de velocidad de la marcha.
- d) Ensayos clínicos controlados aleatorizados o estudios de cohorte.

▪ Criterios de exclusión:

- a) Artículos publicados en un rango mayor a 6 años desde el inicio de esta investigación.
- b) Publicaciones en idiomas distintos a inglés o español.
- c) Capítulos de libros, libros, revisiones sistemáticas o metaanálisis.
- d) Artículos que describan el entrenamiento de fuerza en disfunciones sistémicas o del sistema nervioso central.

▪ Criterios de eliminación

- a) Artículos con acceso restringido.
- b) Artículos donde los resultados estén inconclusos o no informaron resultados de interés para esta revisión.
- c) Artículos con implementación de suplementos alimenticios
- d) Artículos con entrenamiento combinado

Fuentes de información

Se realizó la búsqueda de artículos a partir de marzo hasta noviembre de 2023 en las siguientes bases de datos: MEDLINE Ovid, Pubmed y Scopus; utilizando los criterios de elegibilidad preestablecidos para la selección de los artículos pertinentes.

Estrategia de búsqueda

Se utilizaron los términos clave de búsqueda utilizando la terminología MeSH:

- ("aged" AND "walking speed" AND "resistance training")
- ("elderly" AND "gait" AND "resistance training")

Proceso de selección de los estudios

Basados en el diagrama de flujo PRISMA (35), el proceso de selección de estudios comenzó por identificación de estudios identificados en las bases de datos elegidas; posterior a ello se eliminaron los artículos duplicados, mientras que los restantes fueron excluidos de acuerdo a los criterios de elegibilidad mencionados anteriormente; para después evaluar la elegibilidad del texto completo de los estudios, con la finalidad de incluir aquellos estudios en esta revisión sistemática.

Proceso de extracción de los datos

Una vez seleccionados los artículos se leyeron y tradujeron simultáneamente, se realizó un concentrado de los datos de presentación de artículos: título del artículo, autores y fecha de publicación. Posterior a ello, se subrayaron aquellos datos relevantes para el estudio como la metodología del entrenamiento y los resultados relevantes, para después completar la tabla de resultados con ello.

Lista de variables

Variable	Definición conceptual	Tipo de variable	Medición
Fuerza muscular	Capacidad de generar tensión intramuscular ante una resistencia, independientemente de que se genere o no movimiento	Cuantitativa	1RM Kilos
Velocidad de la marcha	Relación de la distancia recorrida en dirección de la marcha por unidad de tiempo	Cuantitativa	Metros/ segundos
Edad	Tiempo que ha vivido una persona	Cuantitativa	Años
Sexo	Condición orgánica, masculina o femenina	Cualitativa	Masculino/ femenino

Lista de datos

- Datos del artículo: título, autores, año de publicación
- Población: edad, sexo, comorbilidades

- Tipo de intervención: entrenamiento de potencia, entrenamiento excéntrico, entrenamiento con carga progresiva, entrenamiento de resistencia
- Metodología de intervención: intensidad, frecuencia, volumen
- Resultados objetivos: pruebas funcionales (SPPB, TUG, velocidad de la marcha)
- Otros resultados: mejoras en parámetros espaciotemporales, funcionalidad, fragilidad.

Evaluación del riesgo de sesgo de los estudios individuales

Para la evaluación metodológica de los artículos incluidos, se utilizó la escala Physiotherapy Evidence Database (PEDro) (Anexo 1). La cual consta de 11 preguntas, las cuales solo puede responderse con “sí” o “no”, cada respuesta “sí” otorga un punto, mientras que las respuestas “no” no recibe puntuación. Los artículos fueron evaluados de forma individual, y posteriormente se compararon las puntuaciones. Los resultados de esta evaluación se muestran en la sección de resultados.

Métodos de síntesis

Se incluyó un resumen de la información obtenida de los artículos, el cual se redacta de forma concisa en los resultados. Se ordenaron los resultados para destacar principalmente las características generales de los distintos entrenamientos de fuerza en personas mayores y su influencia en la velocidad de la marcha. Además, en la discusión se muestran aspectos metodológicos y prácticos más relevantes.

Presentación de resultados

Los resultados de los estudios incluidos serán presentados una tabla, tomando como referencia la siguiente:

Artículo (título, autores, año de publicación)	Población	Tipo de intervención	Metodología de intervención	Resultados objetivos	Otros resultados

RESULTADOS

Identificación de nuevos estudios a través de las bases de datos y registros

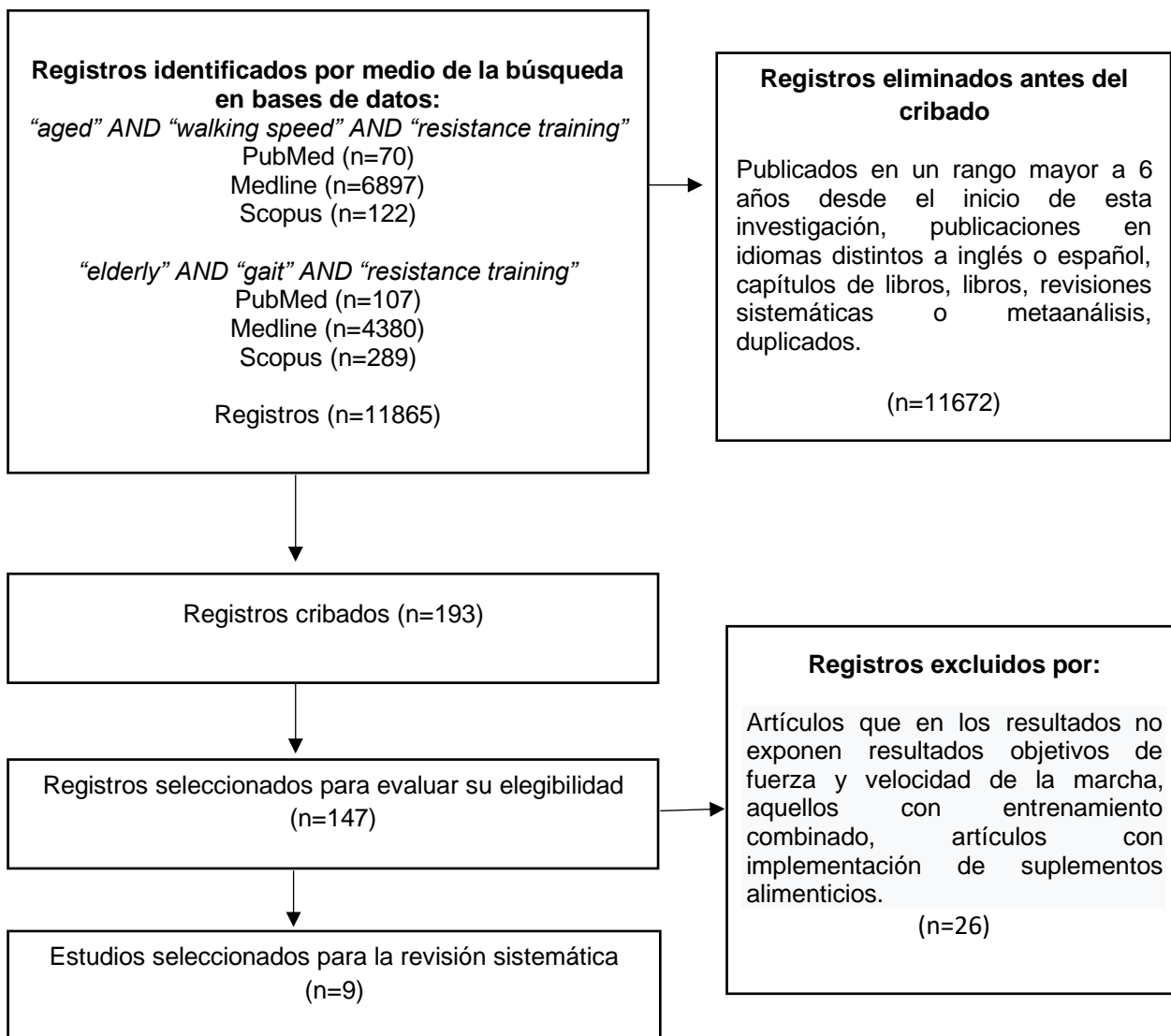


Fig 1. Diagrama de flujo. Búsqueda y selección de estudio

Síntesis

Remco J. Baggen (36) et al determinó un programa de 12 semanas utilizando steeps, justificando que los ejercicios para tareas específicas pueden mejorar el volumen muscular, la fuerza y rendimiento funcional. La intensidad del entrenamiento se modificó alternando la altura del steep, se requirió una altura mínima de 20 a 30 cm para lograr una amplitud de electromiografía comparable con el ejercicio de resistencia al 60% del 1RM, la cual es la carga de entrenamiento recomendada por el Colegio Americano de Medicina Deportiva, además se incluyeron pasos laterales con una altura de 30cm para activar los abductores de cadera (relevante para prevención de caídas). Para el estudio se reclutaron 45 mujeres sedentarias residentes de Lovaina, Bélgica de 65 años o más, las cuales fueron divididas en grupo control, el cual mantuvo su actividad física de manera habitual; y el grupo STEEP el cual realizó 3 veces por semana durante 12 semanas 40 minutos de ejercicio utilizando bancos de steeping de alturas ajustables. Durante la sesión, las participantes realizaron 2 series de 32 repeticiones de pasos hacia adelante y se repitió en dirección lateral. La progresión de la intensidad estuvo determinada por la altura del steep, la cual incrementó 6 cm, comenzando con 18 cm hasta llegar a una altura máxima de 36 cm. Para la medición de resultados se reclutó la fuerza de presión manual, el volumen muscular medido mediante tomografía, la medición de velocidad de extensores de rodilla, fuerza isométrica y el SPPB para la medición del rendimiento funcional y equilibrio.

Mari Turpela (37) et al analizó la controversia sobre la relación dosis-respuesta mediante los efectos de la frecuencia de entrenamiento sobre la fuerza máxima, masa muscular y la capacidad funcional. Se incluyeron 106 participantes hombres y mujeres, con edad entre 64 y 75 años, los cuales se dividieron aleatoriamente en 4 grupos. El grupo experimental realizó entrenamiento de fuerza de todo el cuerpo realizando de 2 a 5 series y de 4 a 12 repeticiones por ejercicio, llevando a cabo de 7 a 9 ejercicios por sesión, la variable entre grupos fue la frecuencia, según el grupo se entrenó una, dos o tres veces por semana durante seis meses en días no consecutivos. El entrenamiento fue dividido en 2 mesociclos de 3 meses respectivamente, el primer mesociclo con el objetivo de aumentar la fuerza máxima y la masa muscular, mientras que el mesociclo 2 tuvo el objetivo de aumentar la fuerza máxima y la potencia muscular. La intensidad de todos los ejercicios fue de 70-90% de 1RM. A los participantes del grupo control sin entrenamiento se les indicó mantener su actividad física normal durante el periodo del estudio.

Mariusz Naczk et al (38) evaluó el impacto del entrenamiento inercial en miembros superiores e inferiores en adultos mayores de una residencia de ancianos, justificando que el entrenamiento inercial no es muy conocido en adultos mayores, este se realiza con un dispositivo especializado que utiliza resistencia inercial, produciendo episodios cortos de sobrecarga excéntrica conduciendo a un

mayor aumento de potencia. El presente estudio incluyó 20 participantes físicamente inactivos, asignados aleatoriamente a un grupo de entrenamiento o de control. El entrenamiento se realizó durante 6 semanas, cumpliendo 2 sesiones por semana, cada sesión incluyó 12 series de ejercicios que involucraron músculos flexores y extensores de rodilla y codo. Antes y después del entrenamiento se evaluó la fuerza máxima y pruebas funcionales

Hilde Bremseth Bårdstu et al (39) realizó un ensayo controlado aleatorizado en el oeste de Noruega, incluyó 104 participantes divididos en 12 grupos. El programa de entrenamiento se llevó a cabo en centros de salud locales, utilizó equipo de bajo costo (bandas elásticas, peso corporal, y bastones de agua) enfocado en el fortalecimiento de grupos musculares más importantes para las actividades de la vida diaria, se realizó 2 veces por semana durante 8 meses, para asegurar la progresión se manipularon el número de series y repeticiones y se incluyeron nuevos ejercicios. Se realizó una prueba inicial y después de ella se llevó a cabo una fase introductoria de 5 semanas con el objetivo de asegurar la correcta ejecución de ejercicios sin fatigarse, posterior a ello se incrementó progresivamente la intensidad y se animó a los participantes a llegar a la fatiga, así mismo se animó a entrenar con una velocidad controlada, realizando una alta velocidad durante la fase concéntrica y una velocidad lenta durante la fase excéntrica. Mientras que el grupo control recibió una llamada cada seis semanas con las recomendaciones nacionales para la actividad física y un folleto de educación física del Ministerio de Salud y servicios de atención.

Andrew NL Buskard et al (40) comparó cuatro enfoques de progresión de carga: **1.- %1RM**, basado en porcentaje de la 1RM, **2.- RPE**, basado en esfuerzo percibido, las cargas aumentan cuando la dificultad percibida es por debajo de 8/10 en la escala de ejercicio de resistencia OMNI, **3.- RM**, repetición máxima, las cargas aumentaron cuando se logró completar un número determinado de repeticiones con una carga determinada, **4.- RiR**, repeticiones en reserva, se evita entrenar al fallo muscular temporal. Los anteriores métodos de progresión se analizaron en un protocolo basado en ocho ejercicios: press de piernas sentado, press de pecho sentado, curl de piernas, aductor de cadera, remo sentado, jalón lateral, curl de bíceps, presión de tríceps hacia abajo.

Joao Guilherme Almeida Bergamasco et al. (41) comparó los efectos de tres protocolos de resistencia en 41 personas mayores, aleatorizados en 3 grupos: **FAI** el cual utilizó bajas cargas hasta llegar al fallo, **VOL** los participantes interrumpieron voluntariamente el ejercicio antes del fallo; y el protocolo **FIX** con número fijo de repeticiones (3 series de 10 repeticiones con 90 segundos de descanso entre series). Los participantes llevaron a cabo el entrenamiento durante 12 semanas, el cual consistió en 3 ejercicios de miembro inferior: extensión de rodilla, press de piernas y curl de piernas; el cual se complementó con dos rutinas aleatorizadas de miembro superior: A) prensa de pecho, elevaciones laterales y flexiones, B) jalones hacia abajo, curl de bíceps y sentadillas.

Vilai Kuptniratsaikul et al. (42) con el objetivo de investigar la eficacia y seguridad de un programa sencillo de ejercicios de resistencia en el hogar en personas mayores con baja masa muscular, reclutó 112 participantes los cuales asistieron a la Facultad de Medicina del Hospital Sitiraj, para realizar entrenamiento de resistencia durante 24 semanas, el entrenamiento se enfocó en: musculatura intrínseca de mano, hombro, pectorales, abdominales, extensor de espalda, flexor de cadera, extensor de cadera, extensor de rodilla, flexor plantar del tobillo y músculos dorsiflexores. Se pidió a los participantes realizar 30 minutos por sesión, de 3 a 5 días a la semana, utilizando su peso corporal durante los primeros 3 meses, posterior a ello se implementó una mancuerna de 1kg como carga adicional durante el ejercicio.

Diogo L. Marqués et al. (43) analizó el entrenamiento de fuerza monitorizando la velocidad de contracción en 45 adultos mayores residentes de centros de vivienda comunitaria, dividiendo los participantes según su disponibilidad en un grupo control, el cual mantuvo su rutina diaria, y un grupo de entrenamiento de fuerza, el cual realizó dos sesiones por semana, en el cual se monitorizó la velocidad de las repeticiones de los ejercicios de prensa de pierna y press de pecho al 40-65% del 1RM, verbalmente se animó a realizar la fase concéntrica lo más rápido posible y regresar lentamente a la posición inicial. Los participantes tuvieron dos semanas de familiarización con la finalidad de asegurar una adaptación adecuada, en este periodo se realizaron las primeras evaluaciones de capacidad funcional y fuerza de agarre.

Cunha Paolo M. (44), analizó el efecto del orden de ejercicio en sesenta y un mujeres adultas entrenadas. Su intervención fue durante 63 semanas, con 12 semanas de acondicionamiento con entrenamiento de resistencia, incluyendo ejercicios multiarticulares y mono articulares de tren superior e inferior. Posterior a ello se llevo una etapa de desentrenamiento de 12 semanas. Los resultados se obtuvieron mediante el análisis de la composición corporal, 1RM y aptitudes funcionales como velocidad de la marcha, agilidad al caminar, SPPB y prueba de caminata de 6 minutos.

Artículo (título, autores, año de publicación)	Población	Tipo de intervención
<p>Bench stepping with incremental heights improves muscle volume, strength and functional performance in older women.</p> <p><i>Remco J. Baggen , Evelien Van Roie , Sabine M. Verschueren , Stijn Van Driessche , Walter Coudyzer , Jaap H. van Dieën , Christophe Delecluse</i></p>	<p>45 mujeres sedentarias</p> <p>24: grupo intervención</p> <p>STEEP</p> <p>21: grupo control</p>	<p>Entrenamiento de potencia</p>

2019 (36)	Edad media: 69,4	
<p align="center">Effects of different strength training frequencies on maximum strength, body composition and functional capacity in healthy older individuals</p> <p align="center"><i>Mari Turpela, Keijo Häkkinen, Guy Gregory Haff, Simon Walker</i></p> <p align="center">2017 (37)</p>	<p>106 participantes</p> <p>Entrenamiento 1 vez por semana: 26 participantes</p> <p>Entrenamiento 2 vez por semana: 27 participantes</p> <p>Entrenamiento 3 vez por semana: 28 participantes</p> <p>Grupo control: 25 participantes</p> <p>Edad 64 a 75 años</p>	<p>Entrenamiento de fuerza de todo el cuerpo, realizado una, dos o tres veces por semana en días no consecutivos durante 6 meses</p>
<p align="center">Inertial Training Improves Strength, Balance, and Gait Speed in Elderly Nursing Home Residents</p> <p align="center"><i>Mariusz Naczka, Sławomir Marszałek Alicja Naczka</i></p> <p align="center">2019 (38)</p>	<p>20 participantes de residencia para ancianos</p> <p>Grupo entrenamiento: 10</p> <p>Grupo control: 10</p> <p>Edad media 76,7 años</p>	<p>Entrenamiento inercial, músculos flexores y extensores de codo y rodilla.</p>

<p>Effectiveness of a resistance training program on physical function, muscle strength, and body composition in community-dwelling older adults receiving home care: a cluster-randomized controlled trial</p> <p><i>Hilde Bremseth Bårdstu, Vidar Andersen, Marius Steiro Fimland, Lene Aasdahl, Truls Raastad, Kristoffer T. Cumming and Atle Hole Sæterbakken</i></p> <p>2020 (39)</p>	<p>104 participantes 12 grupos de 5 a 16 participantes</p> <p>Edad media 86 años</p>	<p>Fortalecimiento de músculos más importantes para las actividades de la vida diaria utilizando equipo de bajo costo (bandas elásticas, peso corporal y bastones de agua)</p>
<p>Optimal Approach to Load Progressions during Strength Training in Older Adults</p> <p><i>Buskard, andrew n. L.; Jacobs, kevin.; eltoukhy, moataz; strand, kerl.; villanueva, lawrence; desai, parth.; signorile, joseph f.</i></p> <p>2019 (40)</p>	<p>82 participantes Grupo RiR: 21 Grupo %1RM:20 Grupo RM: 21 Grupo RPE:20</p> <p>Edad media 71,8 años</p>	<p>Progresión de cargas</p>
<p>Low-Load Resistance Training Performed to Muscle Failure or Near Muscle Failure Does Not Promote Additional Gains on Muscle Strength, Hypertrophy, and Functional Performance of Older Adults</p> <p><i>Bergamasco, João Guilherme Almeida; da Silva, Deivid Gomes; Bittencourt, Diego Fernandes; de Oliveira, Ramon Martins; Júnior, José Carlos Bonjorno; Caruso, Flávia Rossi; Godoi, Daniela; Borghi-Silva, Audrey; Libardi, Cleiton Augusto</i></p> <p>2022 (41)</p>	<p>41 participantes</p> <p>Edad: 60-77 años</p>	<p>Entrenamiento de Resistencia utilizando cargas bajas (40% de 1RM)</p>

<p>Efficacy and safety of a simple home-based resistance exercise program for older adults with low muscle mass: a prospective longitudinal clinical trial</p> <p><i>Kuptniratsaikul, Vilai; Thanakiatpinyo, Thanitta; Pongratanakul, Rinlada; Chinsawangwattanakul, Pornsiri; Srisomnuek, Ananya; Inthibal, Suwicha</i></p> <p>2021 (42)</p>	<p>112 participantes</p> <p>Edad promedio 70 años</p>	<p>Programa de ejercicio en casa.</p>
<p>Novel Resistance Training Approach to Monitoring the Volume in Older Adults: The Role of Movement Velocity</p> <p><i>Diogo L. Marques, Henrique P. Neiva, Daniel A. Marinho and Mário C. Marques</i></p> <p>2020 (43)</p>	<p>39 participantes</p> <p>Grupo control: 20 participantes Grupo entrenamiento de fuerza: 19 participantes</p> <p>Rango de edad: 69 a 92 años</p>	<p>Entrenamiento de fuerza con monitorización de la velocidad de contracción.</p>
<p>Effect of Resistance Exercise Orders on Health Parameters in Trained Older Women: A Randomized Crossover Trial</p> <p><i>Paolo M. Cunha, João Pedro Nunes, André O. Werneck, Alex S. Ribeiro, Daniel Gomes Da Silva Machado, Witalo Kassiano, Bruna d. V. Costa, Letícia t. Cyrino, Melissa Antunes, Gabriel Kunevaliki, Crisieli m. Tomeleri, Rodrigo r. Fernandes, Paulo Sugihara Junior, Denilson c. Teixeira, Danielle Venturini, Décio s. Barbosa, Yu Gian, Fabian Herold, Liye Zou, Jerry I. Mayhew, Brendon Stubbs and Edilson Serpeloni Cyrino</i></p> <p>2023 (44)</p>	<p>61 participantes</p> <p>Grupo 1: 16 participantes Grupo 2: 15 participantes Grupo 3: 15 participantes Grupo 4: 15 participantes</p> <p>Mayores a 60 años</p>	<p>Entrenamiento de fuerza, diferente orden de ejercicios.</p>

Tabla 3. Datos de presentación de artículos, incluye: título, autores, año de publicación, metodología y tipo de entrenamiento utilizado.

	Metodología de intervención	Resultados objetivos	Otros resultados
<p>Bench stepping with incremental heights improves muscle volume, strength and functional performance in older women.</p> <p>(36)</p>	<p>Grupo control: actividad física de forma habitual</p> <p>Grupo STEEP: 40 minutos de stepping en steps de altura ajustable 3 veces por semana, durante 12 semanas</p> <p>Inicialmente se realizó una evaluación para la asignación de la altura del step (participante debe cumplir con 30 pasos por minuto en dirección frontal y lateral)</p> <p>Semana 1 y 2: asignación de niveles de step, del cual avanzaran cada 2 semanas.</p> <p>Para los participantes que comenzaron en una altura de 30cm, se agregaron chalecos entre 5-10% de masa corporal.</p> <p>Cada sesión se dividió en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calentamiento de baja intensidad sin utilizar step • 2x32 repeticiones de pasos hacia delante y se repitió la secuencia en dirección lateral • Estiramientos 	<p><u>Fuerza de agarre</u></p> <p>Grupo STEP: 28,22kg</p> <p>Grupo control: 29,00 kg</p> <p><u>SPPB pre-intervención:</u></p> <p>Grupo STEP: 11,3</p> <p>Grupo control: 11,9</p> <p><u>SPPB postintervención:</u></p> <p>Grupo STEP: 11,78</p> <p>Grupo control: 11,8</p> <p><u>Caminata 10 ms pre-intervención:</u></p> <p>Grupo STEP: 6,3 m/s</p> <p>Grupo control: 5,9 m/s</p> <p><u>Caminata 10 ms postintervención:</u></p> <p>Grupo STEP: 5,7 m/s</p> <p>Grupo control: 5,7 m/s</p>	<p><u>Aumento de volumen muscular en grupo STEP</u></p> <p>Pierna derecha: 2,8%</p> <p>Pierna izquierda 2,6%</p>

<p>Effects of different strength training frequencies on maximum strength, body composition and functional capacity in healthy older individuals</p> <p>(37)</p>	<p>Grupo: Entrenamiento de fuerza con variación en la frecuencia.</p> <p>EX1: una vez por semana EX2: dos veces por semana EX3: tres veces por semana</p> <p>6 meses de duración, se dividió en dos mesociclos de 3 meses</p> <p>Mesociclo 1: objetivo aumentar la fuerza máxima y masa muscular</p> <p>Mesociclo 2: aumentar la fuerza máxima y activación/potencia muscular</p> <p>Intensidad de todas las extremidades 70-90% de 1RM, y entrenamiento de potencia con cargas de 30-80% de 1RM</p> <p>Se realizaron series múltiples (2 a 5) con rangos de repeticiones de 4 a 12 con descanso entre series de 1 a 3 minutos</p> <p>Grupo control: mantener actividad física normal</p>	<p>Mes 3 al 9, EX1 mejoró su caminata hacia adelante $-7 \pm 8\%$ y rendimiento TUG $-4 \pm 4\%$</p> <p>EX2 y EX3 mejoraron el desempeño en todas las pruebas de capacidad funcional del mes 3 al 9; caminata hacia adelante EX2: $-4 \pm 6\%$, EX3: $-5 \pm 6\%$, caminata hacia atrás EX2: $-4 \pm 8\%$, EX3: $-8 \pm 9\%$, TUG EX2: $-2 \pm 3\%$, EX3: $-3 \pm 6\%$</p>	
	<p>Entrenamiento durante 6 semanas, 2 veces por semana.</p>	<p>Grupo de entrenamiento</p>	

<p>Inertial Training Improves Strength, Balance, and Gait Speed in Elderly Nursing Home Residents</p> <p>(38)</p>	<p>Grupo control: actividad normal</p> <p>Grupo entrenamiento: cada sesión se trabajó de la siguiente manera</p> <p>*Calentamiento estandarizado: 5 minutos de ciclismo submáximo y ejercicios lentos inerciales.</p> <p>*Entrenamiento: se trabajó 3 series de 15 segundos por serie, con descanso de 2 minutos entre set de flexores y extensores de codo y rodilla</p> <p>Las cargas fueron constantes 10kg para miembro superior y 20kg para miembro inferior, el número de ciclos incrementó progresivamente.</p>	<p>Incremento de 32% en fuerza máxima entre pre y post entrenamiento en todos los músculos entrenados.</p> <p>Tiempo para completar TUG disminuyó 12.8% en grupo entrenado, mientras que el grupo control disminuyó 1.87%</p>	<p>Cuestionario de actividades de la vida diaria se mantuvo sin cambios.</p>
--	--	---	--

<p>Effectiveness of a resistance training program on physical function, muscle strength, and body composition in community-dwelling older adults receiving home care: a cluster-randomized controlled trial</p> <p>(39)</p>	<p>Entrenamiento durante 8 meses, 2 veces por semana</p> <p>Grupo control: llamada telefónica cada seis semana para recordar las recomendaciones nacionales para la actividad física</p> <p>Grupos de entrenamiento: cada sesión duró entre 30 y 45 minutos, programación:</p> <p>Fase 1 y 2: Remo, press de pecho, sentadilla, curl de bíceps, extensión de rodilla.</p> <p>Fase 1 se realizó concentrándose en ejecución del movimiento, sin llegar a la fatiga.</p> <p>Fase 3: igual que fases anteriores + press de hombros</p> <p>Fase 4: igual que fase 3 + levantarse de la silla caminar 3 metros, girar y regresar a sentarse</p> <p>Para la progresión se aumentó el número de series y repeticiones.</p>	<p>Grupo de entrenamiento:</p> <p>Después de 4 meses, mejoró en subir escaleras 18% y velocidad máxima de la marcha 8%.</p> <p>Después de 8 meses, mejoró fuerza máxima de piernas 18% y pierna relativa 16%</p> <p>Mejóro en todas las pruebas de función física 9-24%</p>	
--	---	--	--

<p>Optimal Approach to Load Progressions during Strength Training in Older Adults</p> <p>(40)</p>	<p>2 sesiones de entrenamiento por semana (semana 1 a 5), 3 sesiones de entrenamiento (semana 6 a 9 de intervención)</p> <p>Los participantes realizaron 3 series de 7 repeticiones, con descanso de mínimo 1 minuto.</p> <p>Grupo de repetición máxima: las cargas se incrementaron 5% en parte superior y 10% en parte inferior, cuando participante pudo completar series y repeticiones.</p> <p>Grupo %1RM: los participantes realizaron todas las series y repeticiones al 80% de su 1RM</p> <p>Grupo RPE: las cargas de entrenamiento aumentaron cuando participantes informaron un RPE igual o mayor a 8 en días consecutivos.</p> <p>Grupo RiR: cargas aumentaron cuando el participante pudo completar series con al menos una repetición en reserva en entrenamientos consecutivos.</p>	<p>1RM extensión de pierna (kg):</p> <p>RiR: PRE 154.8, POST181.2</p> <p>%1RM: PRE 145.1, POST 167.6</p> <p>RM: PRE 148.1, POST 173.6</p> <p>RPE: PRE 147.7, POST 170.7</p> <p>Velocidad habitual al caminar (s):</p> <p>RiR: PRE 3.8, POST3.8</p> <p>%1RM: PRE 3.9, POST 3.7</p> <p>RM: PRE 3.8, POST 3.7</p> <p>RPE: PRE 3.8, POST 3.9</p> <p>Velocidad máxima al caminar (s):</p> <p>RiR: PRE 2.8, POST 2.7</p> <p>%1RM: PRE 2.5, POST 2.5</p> <p>RM: PRE 2.4, POST 2.4</p> <p>RPE: PRE 2.6, POST 2.4</p>	<p>Método RPE mejor manera de progresar cargas en adultos mayores (mayor disfrute y tolerancia)</p>
--	---	--	---

<p>Low-Load Resistance Training Performed to Muscle Failure or Near Muscle Failure Does Not Promote Additional Gains on Muscle Strength, Hypertrophy, and Functional Performance of Older Adults</p> <p>(41)</p>	<p>2 veces por semana durante 12 semanas</p> <p>Grupo FAI: 3 series hasta llegar a fallo muscular</p> <p>Grupo VOL: 3 series hasta la interrupción voluntaria</p> <p>Grupo FIX: 3 series de 10 repeticiones</p> <p>Todos los grupos realizaron los 3 ejercicios de miembro inferior y alternaron una vez a la semana el entrenamiento de miembro superior, entre cada serie se brindaron 90 segundos de descanso.</p>	<p>1RM (kg)</p> <p>Grupo FAI: Pre 318.3 ± 116.3 Post 393.0 ± 143.1</p> <p>Grupo VOL: Pre 342.9 ± 93.7 Post 423.0 ± 114.5</p> <p>Grupo FIX: Pre 328.0 ± 107.2 Post 397.8 ± 94.6</p> <p>TUG (s)</p> <p>Grupo FAI: Pre 8.0 ± 0.9 Post 7.7±0.8</p> <p>Grupo VOL: Pre 8.2 ± 1. Post 7.5±0.7</p> <p>Grupo FIX: Pre 7.9 ± 0.9 Post 7.9±0.9</p>	
---	--	---	--

<p>Efficacy and safety of a simple home-based resistance exercise program for older adults with low muscle mass: a prospective longitudinal clinical trial</p> <p>(42)</p>	<p>Se realizó rutina de ejercicios simples de 3 a 5 días durante 24 semanas.</p> <p>Se recomendó que la duración de cada sesión por 30 minutos, realizando de 8 a 12 repeticiones por ejercicio con descanso de 2 minutos entre ejercicio.</p> <p>Durante los primeros 3 meses se utilizó el peso corporal como resistencia, después de esto se utilizaron mancuernas de 1 kg como carga adicional durante el ejercicio.</p>	<p>Fuerza de prensión (kg)</p> <p>Inicial: 19.75</p> <p>3 meses: 21.24</p> <p>6 meses: 21.88</p> <p>9 meses: 21.37</p> <p>Velocidad de la marcha (m/s)</p> <p>Inicial: 1.35</p> <p>3 meses:1.45</p> <p>6 meses:1.55</p> <p>9 meses:1.66</p>	
---	--	--	--

<p>Novel Resistance Training Approach to Monitoring the Volume in Older Adults: The Role of Movement Velocity</p> <p>(43)</p>	<p>2 sesiones por semana durante 10 semanas</p> <p>Cada sesión se realizó de la siguiente manera:</p> <p>*Calentamiento general: caminata 10 minutos en cinta rodante o bicicleta estática.</p> <p>*Entrenamiento de fuerza: press de pierna horizontal, press de pecho sentado, lanzamiento de balón terapéutico y sentadillas en silla utilizando chaleco de pesas.</p> <p>Se realizó 2-3 series por ejercicio, con descanso de 2 a 3 minutos entre serie y ejercicio.</p> <p>*Enfriamiento: caminata o bicicleta a baja intensidad durante 5 minutos.</p>	<p>Grupo control</p> <p>1RM press de pierna (kg) Pre: 67,65±20,5 Post: 67,15±18.42</p> <p>1RM press de pecho (kg) Pre: 30.10±9.40 Post: 29,75±8.58</p> <p>Velocidad de la marcha (m/s) Pre: 1,55±0,22 Post: 1,52±0,20</p> <p>Grupo entrenamiento de fuerza</p> <p>1RM press de pierna (kg) Pre: 74,79±23.12 Post: 85.00±22,79</p> <p>1RM press de pecho (kg) Pre: 31,54±13.15 Post: 39.26±12,48</p> <p>Velocidad de la marcha (m/s) Pre: 1,65±0,22 Post: 1,69±0,25</p>	
--	--	--	--

<p>Effect of Resistance Exercise Orders on Health Parameters in Trained Older Women: A Randomized Crossover Trial</p> <p>(44)</p>	<p>63 semanas de entrenamiento</p> <p>Protocolo estándar de entrenamiento de fuerza para mejorar resistencia y fuerza</p> <p>8 ejercicios para todas las regiones del cuerpo</p> <p>3 series de 8 a 12 repeticiones, utilizando pesas libres y máquinas</p> <p>1:2 concéntrico-excéntrico</p> <p>Descanso: 1-2 min entre series, 2-3 entre ejercicios</p> <p>Carga de entrenamiento incrementó 2-5% para miembro superior y 5-10% para miembro inferior</p> <p>Orden de ejercicios:</p> <p>Grupo 1: press de pecho, remo sentado, flexión de tríceps, curl predicador, press de piernas horizontal, extensión de piernas, curl de piernas acostado y elevación de pantorrilla sentado</p> <p>Grupo 2: curl predicador, flexión de tríceps, remo sentado, press de pecho, elevación de pantorrilla sentado, curl de piernas acostado, extensión de piernas y press de piernas horizontal</p>	<p>Fuerza (kg)</p> <p>Press de pecho 1RM</p> <p>PRE</p> <p>Grupo 1: 59,2 ± 12,7</p> <p>Grupo 2: 56,2 ± 11,2</p> <p>Grupo 3: 58,3 ± 11,9</p> <p>Grupo 4: 58,2 ± 12,4</p> <p>POST</p> <p>Grupo 1: 65,1 ± 12,8</p> <p>Grupo 2: 63,1 ± 11,3</p> <p>Grupo 3: 65,3 ± 15,3</p> <p>Grupo 4: 62,4 ± 14,2</p> <p>Extensión de piernas 1RM</p> <p>PRE</p> <p>Grupo 1: 59,5 ± 14,3</p> <p>Grupo 2: 59,3 ± 13,9</p> <p>Grupo 3: 61,2 ± 16,9</p> <p>Grupo 4: 62,0 ± 16,8</p> <p>POST</p> <p>Grupo 1: 62,6 ± 13,9</p>	
--	--	--	--

	<p>Grupo 3: press de piernas horizontal, extensión de piernas, curl de piernas acostado, elevación de pantorrilla sentado, press de pecho, remo sentado, flexión de tríceps y curl de predicador</p> <p>Grupo 4: elevación de pantorrilla sentado, flexión de piernas acostada, extensión de piernas, prensa de piernas horizontal, flexión de predicador, flexión de tríceps, remo sentado y prensa de pecho.</p>	<p>Grupo 2: 64,3 ± 17,1</p> <p>Grupo 3: 64,0 ± 18,6</p> <p>Grupo 4: 64,7 ± 17,2</p> <p>Velocidad de la marcha (s)</p> <p>PRE</p> <p>Grupo 1: 3,23 ± 0,46</p> <p>Grupo2: 3,34 ± 0,59</p> <p>Grupo3: 3,32 ± 0,44</p> <p>Grupo4: 3,31 ± 0,36</p> <p>POST</p> <p>Grupo 1: 3,22 ± 0,50</p> <p>Grupo2: 3,37 ± 0,52</p> <p>Grupo3: 3,29 ± 0,38</p> <p>Grupo4: 3,36 ± 0,36</p>	
--	--	--	--

Tabla 4. Presentación de resultados, muestra: metodología de intervención y resultados relevantes.

Remco J. Baggen et al. (36) obtuvo una asistencia al entrenamiento del 90%, donde se encontró un efecto significativo de volumen muscular en el grupo steep de 2.8% para la pierna derecha y 2.6% para la pierna izquierda, en cambio en el grupo control no hubo diferencias significativas. Las puntuaciones del SPPB mejoraron significativamente en el grupo steep, mostrando disminución en la duración de levantarse de la silla y la duración de la velocidad de la marcha, sin embargo, mejoró menos de un punto, por lo tanto, no fue clínicamente significativo.

Mari Turpela et al. (37) obtuvo resultados significativos en TUG, del mes 3 al 9 el grupo con entrenamiento un día a la semana mejoró su caminata hacia delante ($-7 \pm 8\%$, $P = 0,002$) y rendimiento TUG ($-4 \pm 4\%$, $P < 0,001$) únicamente. Mientras que el grupo con 2 y 3 días de entrenamiento mejoraron el desempeño en todas las pruebas de capacidad funcional del mes 3 al 9; caminata hacia adelante (EX2: $-4 \pm 6\%$, $P < 0,001$; EX3: $-5 \pm 6\%$, $P = 0,001$). Las variables que mostraron significación estadística fue el cambio de 1RM en prensa de piernas y el cambio en subir 10 escalones con carga del mes 3 al 9.

Mariusz Naczki et al. (38) demostró cambios estadísticamente significativos del 37,1% al 69,1% en la fuerza máxima entre el pre y post entrenamiento para todos los músculos entrenados, la fuerza medida en curl de bíceps y la prueba de soporte en silla aumentó significativamente en el grupo de entrenamiento, mientras que el grupo control se mantuvo sin cambios, además los cambios observados en TUG disminuyeron un 12,8% en grupo entrenamiento y un 1,87% en grupo control. El cuestionario de actividades de la vida diaria se mantuvo sin cambios.

Hilde Bremseth Bårdstu et al. (39) estimó un 60% de asistencia a las sesiones de ejercicio, la tasa de deserción fue del 44% en donde la mayoría de los participantes utilizaron dispositivos de asistencia para caminar. En cuanto a la función física, después de 4 meses el grupo entrenado mejoró subir escaleras 18% y la velocidad máxima de la marcha 8% en comparación con el grupo control. De igual manera, mejoró la fuerza en piernas un 18% después de 8 meses.

Andrew NL Buskard et al. (40) reveló que los participantes del grupo RM ($17,8 \pm 2,1$ kg) y RiR ($13,6 \pm 2,1$ kg) demostraron cargas de trabajo significativamente más altas al final del estudio, en comparación con el grupo %1RM ($8,0 \pm 2,1$ kg). La velocidad habitual al caminar no tuvo cambios en el grupo RiR, en el grupo %1RM disminuyó 5,1 segundos, 2,6 en grupo RM y RPE. Un hallazgo interesante, fue que el método RPE fue significativamente más tolerable y agradable, demostró ganancias similares a los otros grupos, y no tuvo abandonos, lo que sugiere que es método de progresión óptimo para el entrenamiento en personas mayores.

Joao Guilherme Almeida Bergamasco et al. (41) reportó que todos los protocolos presentaron un aumento similar después de las 12 semanas. La fuerza dinámica reveló aumentos significativos del 23,5% en el grupo FAI, 23,3% VOL y 21,3% FIX. Y la velocidad de la marcha mostró una disminución de 3,9% en grupo FAI, 9% VOL y 0.3% FIX.

Vilai Kuptniratsaikul et al. (42) comparó los valores de velocidad de la marcha y fuerza de agarre inicial con 3, 6 y 9 meses. La fuerza de prensión medida en kg inicialmente obtuvo una medida promedio de 19.75, 21.24 a los 3 meses, 21.88 a 6 meses y 21.37 a 9 meses. Mientras que la

velocidad de la marcha medida en metros/segundos inicialmente tuvo una medición de 1.35, 1,45 a 3 meses, 1.55 a 6 meses y 1.66 a 9 meses, siendo el resultado más significativo la velocidad de la marcha en los puntos temporales de 6 a 9 meses.

Diogo L. Marqués et al. (43) reportó diferencias significativas después de 10 semanas, las cuales se observaron principalmente en 1RM de prensa de pierna (15.07%) y 1RM prensa se pecho (31.35%), mientras que la velocidad de la marcha medida en 10 metros, inicialmente obtuvo una medición de 1.65 ± 0.22 y una medición posterior de 1.69 ± 0.25 .

Cunha Paolo M. (44), no obtuvo resultados significantes para las variables del estudio, se observaron los mismos patrones de carga de volumen en los diferentes grupos, observando una mejora significativa en la fuerza total de press de pecho, extensión de piernas, curl de bíceps. Así mismo se encontraron incrementos en la masa muscular sin diferencia entre grupos, en cuanto a las aptitudes física no se observó una mejoría en pruebas de velocidad de la marcha y agilidad.

Evaluación metodológica

	Bench stepping with incremental heights improves muscle volume, strength and functional performance in older women.	Effects of different strength training frequencies on maximum strength, body composition and functional capacity in healthy older individuals	Inertial Training Improves Strength, Balance, and Gait Speed in Elderly Nursing Home Residents	Effectiveness of a resistance training program on physical function, muscle strength, and body composition in community-dwelling older adults	Optimal Approach to Load Progressions during Strength Training in Older Adults	Low-Load Resistance Training Performed to Muscle Failure or Near Muscle Failure Does Not Promote Additional Gains on Muscle Strength,	Efficacy and safety of a simple home-based resistance exercise program for older adults with low muscle mass: a prospective	Novel Resistance Training Approach to Monitoring the Volume in Older Adults: The Role of Movement Velocity	Effect of Resistance Exercise Orders on Health Parameters in Trained Older Women: A Randomized Crossover Trial
Criterio 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
Criterio 2	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✓
Criterio 3	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓
Criterio 4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Criterio 5	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗

Criterio 6									
Criterio 7									
Criterio 8									
Criterio 9									
Criterio 10									
Criterio 11									
Total	8	9	9	7	6	8	6	6	7

DISCUSIÓN

La presente revisión sistemática incluyó 9 artículos (36–44), dentro de los cuales se analizaron uno con entrenamiento de potencia (36), uno de entrenamiento de resistencia con variable en la frecuencia (37), uno con entrenamiento inercia I(38), dos de entrenamiento en casa (uno utilizando materiales de bajos costos (39) y otro que analizó la eficacia del entrenamiento en casa (42), uno sobre la progresión de cargas (40), uno con entrenamiento de bajas cargas (41), uno con monitorización de la velocidad de contracción (43) y finalmente un artículo sobre el orden en los ejercicios (44). Todos los artículos incluidos tuvieron una puntuación metodológica mayor a 6/10 en la escala PEDro.

El entrenamiento con mayor aumento de fuerza fue el entrenamiento inercial, el cual mejora del 37.1% al 69.1%, y mejoró un 12.8% la velocidad de la marcha, comprobando que periodos cortos de entrenamiento inercial promueve adaptaciones del musculo esquelético y su eficacia puede ser mayor a la obtenida en un entrenamiento de resistencia tradicional (38).

Algunas intervenciones como el steeping y el protocolo con variaciones en la progresión de cargas, no obtuvieron resultados significativos en la velocidad de la marcha. Sin embargo, el steep mejoró el rendimiento funcional de las participantes, mejorando la fuerza y volumen muscular de los extensores de rodilla (36). Y en la intervención con diferentes progresiones de cargas, la ganancia de fuerza fue similar entre grupos, se reportó que la progresión de carga basado en esfuerzo percibido, aumentando esta carga cuando la dificultad percibida es por debajo de 8/10 resultó obtener el nivel más alto de disfrute y tolerancia percibido por las personas mayores (40). La intervención domiciliaria con materiales de bajos costos mostró una adherencia de 60% al ejercicio.

El entrenamiento con variable en la frecuencia demostró no proporcionar una mejora adicional en la velocidad de la marcha, pero si en la ganancia máxima de 1RM, en el cual Andrew NL Buskard et al. (40) reportó es el óptimo para producir efectos en la fuerza muscular máxima, sin embargo, en personas no capacitadas se deben dedicar algunas sesiones iniciales para determinar el 1RM en cada ejercicio.

Los programas de entrenamiento en casa resultaron eficaces para promover el envejecimiento saludable, reducir la necesidad de cuidados domiciliarios y promover una vejez independiente, el hecho de implementar materiales y equipos de bajos costos implementa el entorno de la vida real de las personas mayores. Para esto, es importante identificar de manera efectiva las estrategias para retrasar los cambios asociados a la edad (39,42).

Por otra parte, Joao Guilherme Almeida Bergamasco (41) et al, concluyó que las personas mayores previamente no entrenadas pueden beneficiarse con cargas bajas sin necesidad de llegar al fallo, ya que entrenar de esta manera durante 12 semanas garantiza adaptaciones neuromusculares y funcionales para progresar el volumen de entrenamiento.

Como resultado de los datos analizados en los artículos, podemos inferir que un programa de fuerza aplicado a personas mayores debería tener como objetivo el fortalecimiento de la musculatura estabilizadora del tronco, glúteos, iliopsoas, cuádriceps, peroneos y tibial anterior; incluyendo principalmente ejercicios inerciales, el cual utilice la percepción del cansancio del participante para la progresión de carga, aunque en sujetos entrenados la progresión se realiza con base al %1RM. E idealmente debería tener una fase de adaptación de aproximadamente 12 semanas, con trabajo de cargas bajas, realizando dicho entrenamiento de 2 a 3 veces por semana. Importante recordar la retroalimentación verbal para motivar a realizar de forma rápida la fase concéntrica del movimiento y el regreso a la posición inicial de manera lenta.

El entrenamiento de fuerza demuestra ser seguro en personas mayores, en las cuales ha demostrado un aumento en el área de sección transversal principalmente del cuádriceps después de algunas semanas de intervención, produce hipertrofia, induce la síntesis de proteínas musculares como la proteína miofibrilar, mejora la masa y fuerza muscular, reflejándose en cambios en pruebas funcionales y el rendimiento físico, permitiendo una vida activa e independiente y previniendo el deterioro funcional y la discapacidad.

CONCLUSIÓN

En conclusión, el entrenamiento de fuerza en personas mayores resulta útil; ya que demostró la importancia y sus beneficios mediante las mejorías en pruebas funcionales. Adicionalmente a lo buscado en esta revisión, demostró aumentar el volumen muscular y preservar las actividades de la vida diaria, incluso se reportó una buena tolerancia y adherencia por parte de los participantes.

Sin embargo, la mayoría de los artículos incluidos, no reportaron resultados significativos en la velocidad de la marcha, en comparación a otras revisiones en donde se combina el entrenamiento de fuerza con otros tipos de entrenamiento, como el entrenamiento del equilibrio y trabajo de flexibilidad; los cuales mejorarán otros aspectos como el riesgo de caídas.

Es preciso señalar la importancia de investigación y difusión de programas de entrenamiento para que las personas mayores tengan al alcance programas de entrenamiento con recomendaciones seguras y eficaces; y al conocer sus beneficios consideren su aplicación de forma preventiva y realizarlo tanto tiempo como sea posible.

Las fortalezas del presente estudio es el análisis global de diferentes metodologías de entrenamiento, generando un panorama amplio. Una de las debilidades es que no se realizaron comparaciones entre mismas variantes con metodologías distintas, para con ello evaluar cuál obtuvo mejores resultados.

ANEXOS

Escala PEDro-Español

- | | | | |
|---|-----------------------------|-----------------------------|--------|
| 1. Los criterios de elección fueron especificados | no <input type="checkbox"/> | si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos) | no <input type="checkbox"/> | si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 3. La asignación fue oculta | no <input type="checkbox"/> | si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes | no <input type="checkbox"/> | si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 5. Todos los sujetos fueron cegados | no <input type="checkbox"/> | si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados | no <input type="checkbox"/> | si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados | no <input type="checkbox"/> | si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos | no <input type="checkbox"/> | si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar" | no <input type="checkbox"/> | si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave | no <input type="checkbox"/> | si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave | no <input type="checkbox"/> | si <input type="checkbox"/> | donde: |
-

REFERENCIAS

1. Díaz Villegas GM, Runzer Colmenares F. Calf circumference and its association with gait speed in elderly participants at Peruvian Naval Medical Center. *Rev Esp Geriatr Gerontol* [Internet]. 2015;50(1):22–5. Available from: <https://www.sciencedirect-com.pbidi.unam.mx:2443/science/article/pii/S0211139X14001243>
2. Keating CJ, Cabrera-linares JC, Juan AP, Latorre-rom PA, Moreno R, Garc F. Influence of Resistance Training on Gait & Balance Parameters in Older Adults : A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2021;18(4). Available from: <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/4/1759>
3. Steib S, Schoene D, Pfeifer K. Dose-Response Relationship of Resistance Training in Older Adults A Meta-Analysis. *Med Sci Sport Exerc* [Internet]. 2010;42(5):902–14. Available from: https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2010/05000/Dose_Response_Relationship_of_Resistance_Training.9.aspx
4. Padilla Colón CJ, Collado PS, Cuevas MJ. Beneficios del entrenamiento de fuerza para la prevención y tratamiento de la sarcopenia. *Nutr Hosp*. 2014;29(5):979–88.
5. Organización Mundial de la Salud. Informe mundial sobre el envejecimiento y la salud. 2015.
6. INGER. Envejecimiento [Internet]. 2017. Available from: <http://www.geriatria.salud.gob.mx/contenidos/institucional/envejecimiento.html#:~:text=El envejecimiento humano es un,y psicológicas%2C propiciadas por los>
7. Naciones Unidas. Desafíos globales Envejecimiento [Internet]. Available from: <https://www.un.org/es/global-issues/ageing>
8. Corujo Rodríguez E, Pérez Hernandez D de G. Cambios más relevantes y peculiaridades de las enfermedades en el anciano. In: *Tratado de Geriatria para Residentes*. 2016. p. 47–58.
9. Wetherill Shock N. Human aging. *Encyclopedia Britannica* [Internet]. 2023 Mar; Available from: <https://www.britannica.com/science/human-aging/Digestive-system>
10. Rose DJ. Equilibrio y movilidad. In: *Equilibrio y movilidad con personas mayores*. 2005.
11. Ajeyalemi S. Ageing and the Locomotor System [Internet]. Available from: https://www.physio-pedia.com/Ageing_and_the_Locomotor_System?utm_source=physiopedia&utm_medium=related_articles&utm_campaign=ongoing_internal
12. Sánchez D, Ordóñez Mora L. Evaluación de la marcha y la locomoción. In: *Cali EUS de, editor. Evaluación de la función neuromuscular*. Cali, Colombia; 2020. p. 253–73.
13. Dedieu P. Anatomía y fisiología de la marcha humana. *Podología* [Internet]. 2020 Aug;22(3). Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S1762-827X\(20\)44034-9](http://dx.doi.org/10.1016/S1762-827X(20)44034-9)

14. Osorio JH, Valencia MH. Bases para el entendimiento del proceso de la marcha humana. Arch Med [Internet]. 2013;13(1):88–96. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/2738/273828094009.pdf>
15. Ortiz German MJ, Reyes Audiffred V. Alteraciones de la marcha y el balanceo en el adulto mayor. Universidad Nacional Autónoma de México; 2009.
16. Gomez JF, Curcio CL, Alvarado B, Zunzunegui MV, Guralnik J. Validity and reliability of the Short Physical Performance Battery (SPPB). Colomb Med [Internet]. 2013;3:165–71. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4002038/#main-content>
17. Csepe D. Timed Up and Go Test (TUG) [Internet]. [cited 2023 May 4]. Available from: [https://www.physio-pedia.com/Timed_Up_and_Go_Test_\(TUG\)#cite_ref-Steffen_5-0](https://www.physio-pedia.com/Timed_Up_and_Go_Test_(TUG)#cite_ref-Steffen_5-0)
18. Studenski S, Perera S, Patel K, Rosano C, Faulkner K, Inzitari M. Velocidad de la marcha y supervivencia en adultos mayores. JAMA. 2011;305(1):50–8.
19. Chapter 13 Locomotion. In: Functional Movement Development Across the Life. 2012. p. 288–308.
20. Echeverría A, Astorga C, Fernández C, Salgado M, Villalobos Dintrans P. Funcionalidad y personas mayores: ¿dónde estamos y hacia dónde ir? Rev Panam Salud Pública [Internet]. 2022;46(34). Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9004688/#B7>
21. Hoffman JM, Shumway-Cook A, Yorkston KM, Ciol MA, Dudgeon BJ, Chan L. Association of Mobility Limitations With Health Care Satisfaction and Use of Preventive Care: A Survey of Medicare Beneficiaries. Arch Phys Med Rehabil [Internet]. 2007;88(5):583–8. Available from: <https://www.sciencedirect-com.pbidi.unam.mx:2443/science/article/pii/S0003999307001025>
22. Ries JD. Ambulation. Impact of age-related changes on functional mobility [Internet]. Third edit. Geriatric Physical Therapy. Elsevier Inc.; 2012. 316–330 p. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-323-02948-3/00026-2>
23. Brown CJ, Flood KL. Mobility limitation in the older patient: A clinical review. Jama. 2013;310(11):1168–77.
24. Cruz Jimenez M. Normal Changes in Gait and Mobility Problems in the Elderly. Phys Med Rehabil Clin N Am. 2017;4:713–25.
25. Martín Garcia C, González Jurado JA. Impacto de la inactividad física en la mortalidad y los costos económicos por defunciones cardiovasculares: evidencia desde Argentina. Rev Panam Salud Pública [Internet]. 2017;41. Available from: [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6645184/#:~:text=Según la Organización Mundial de,muertes producidas anualmente \(1\).](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6645184/#:~:text=Según la Organización Mundial de,muertes producidas anualmente (1).)
26. Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ, et al. Exercise and physical activity for older adults. Med Sci Sports Exerc. 2009;41(7):1510–30.
27. Mosqueda Fernández A. Importance of physical activity in the elderly. Dilemas Contemp Educ política y valores [Internet]. 2021;9. Available from: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-78902021000800036

28. Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, Duncan PW, Judge JO, King AC. Physical Activity and Public Health in Older Adults Recommendation From the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*. 2007;116(9):1094–105.
29. S. Fragala M, L. Cadore E, Dorgo S, Izquierdo M. Resistance Training in Older Adults. *Rev Educ Física 2* [Internet]. 2019;1(4). Available from: <https://g-se.com/entrenamiento-de-fuerza-para-adultos-mayores-2724-sa-R5d83b5cb3e1f4>
30. Liu C, K Latham N. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [Internet]. 2009; Available from: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD002759.pub2>
31. INEGI. Resultados del módulo de práctica deportiva y ejercicio físico 2020. 2021.
32. Duran-Badillo T, Hernández-Cortés PL, Guevara-Valtier MC, Gutiérrez-Sánchez G, Martínez-Aguilar ML, Salazar-Barajas ME. Capacidad de marcha y dependencia funcional en adultos mayores con alteración visual. *Enfermería Univ* [Internet]. 2019 Jun 20;16(3). Available from: <http://www.revista-enfermeria.unam.mx:80/ojs/index.php/enfermeriauniversitaria/article/view/691>
33. Mancilla Solorza E, Carreño Torres R, Palma Suarez C, Leiva Rebolledo E, Contreras Montero C, Quezada Roldán L, et al. Método para establecer la reserva funcional de la velocidad de marcha en una muestra de adultas mayores autosuficientes chilenas: la relevancia del estímulo. *Fisioterapia* [Internet]. 2022 Sep;44(5):279–86. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0211563821001322>
34. Barañano Martín FT, Abreus Mora JL, González Curbelo VB, Bernal Valladares EJ. Velocidad de la marcha, como prescriptor de caídas, en adultos mayores. *Combinado con deportivo #1, Cienfuegos. Rev Univ y Soc* [Internet]. 2020;12(2):103–9. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202020000200103&lng=es&tlng=es.
35. Urrútia G, Bonfill X. Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Med Clin (Barc)*. 2020;135(11):507–5011.
36. Baggen RJ, Van Roie E, Verschueren SM, Van Driessche S, Coudyzer W, van Dieën JH, et al. Bench stepping with incremental heights improves muscle volume, strength and functional performance in older women. *Exp Gerontol* [Internet]. 2019;120(September 2018):6–14. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.exger.2019.02.013>
37. Turpela M, Häkkinen K, Haff GG, Walker S. Effects of different strength training frequencies on maximum strength, body composition and functional capacity in healthy older individuals. *Exp Gerontol*. 2017;98(August):13–21.
38. Naczki M, Marszałek S, Naczki A. Inertial training improves strength, balance, and gait speed in elderly nursing home residents. *Clin Interv Aging*. 2020;15:177–84.
39. Bårdstu HB, Andersen V, Fimland MS, Aasdahl L, Raastad T, Cumming KT, et al. Effectiveness of a resistance training program on physical function, muscle strength, and

body composition in community-dwelling older adults receiving home care: A cluster-randomized controlled trial. *Eur Rev Aging Phys Act.* 2020;17(1):1–11.

40. Buskard ANL, Jacobs KA, Eltoukhy MM, Strand KL, Villanueva L, Desai PP, et al. Optimal Approach to Load Progressions during Strength Training in Older Adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2019;51(11):2224–33.
41. Bergamasco JGA, Da Silva DG, Bittencourt DF, De Oliveira RM, Júnior JCB, Caruso FR, et al. Low-Load Resistance Training Performed to Muscle Failure or Near Muscle Failure Does Not Promote Additional Gains on Muscle Strength, Hypertrophy, and Functional Performance of Older Adults. *J Strength Cond Res.* 2022;36(5):1209–15.
42. Kuptniratsaikul V, Thanakiatpinyo T, Pongratanakul R, Chinsawangwattanakul P, Srisomnuek A, Inthibal S. Efficacy and safety of a simple home-based resistance exercise program for older adults with low muscle mass: a prospective longitudinal clinical trial. *Int J Rehabil Res.* 2021;44(3):241–7.
43. Marques DL, Neiva HP, Marinho DA, Marques MC. Novel resistance training approach to monitoring the volume in older adults: The role of movement velocity. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(20):1–16.
44. Cunha PM, Nunes JP, Werneck AO, Ribeiro AS, Da Silva Machado DG, Kassiano W, et al. Effect of Resistance Exercise Orders on Health Parameters in Trained Older Women: A Randomized Crossover Trial. *Med Sci Sports Exerc.* 2023;55(1):119–32.