



RIDUNAJ
Repositorio Institucional
Digital UNAJ



Tesinas de Grado

Santucho, Osvaldo Moisés

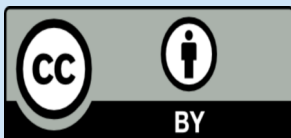
Estrategias de fortalecimiento muscular para la disminución del riesgo de caídas del adulto mayor

2023

Instituto de Ciencias de la Salud

Carrera: Licenciatura en Kinesiología y

Fisiatría



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons.

Atribución 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Documento descargado de RID - UNAJ Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Arturo Jauretche

Cita recomendada:

Santucho, OM. Estrategias de fortalecimiento muscular para la disminución del riesgo de caídas del adulto mayor [Tesis de grado]. Florencio Varela: Universidad Nacional Arturo Jauretche; 2023. 73 p. Disponible en:

<https://rid.unaj.edu.ar/handle/123456789/3037>

TESINA

**Presentada para acceder al título de grado de la carrera de
LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA**

Título:

**“ESTRATEGIAS DE FORTALECIMIENTO MUSCULAR PARA LA
DISMINUCIÓN DEL RIESGO DE CAÍDAS DEL ADULTO
MAYOR”**

Autor:

Santucho, Osvaldo Moisés; Legajo: 26067

Director:

Lic. Peluso, Gustavo Alberto

Fecha de presentación:

28/10/2023

Firma de autor:



Índice	Página
I. Introducción.....	4
II. Problema de investigación.....	5
III. Objetivo de la investigación.....	6
III.1. Objetivo general.....	6
III.2. Objetivos específicos.....	6
IV. Marco Teórico.....	6
IV.1. Adulto mayor, caídas y envejecimiento.....	6
IV.2. La fuerza muscular y su relación con la edad.....	7
IV.3. Sarcopenia y su relación con la Dinapenia.....	8
IV.4. Actividad física y comportamiento sedentario.....	8
IV.5. Fragilidad y resiliencia.....	9
IV.6. Entrenamiento de resistencia.....	10
IV.7. Valoración de la fuerza muscular.....	10
IV.8. Variables de entrenamiento resistencia.....	12
IV.9. Factores de riesgo de caídas.....	13
IV.9.a. Fuerza de las extremidades inferiores.....	14
IV.9.b. Trastornos de la marcha y el equilibrio.....	15
IV.9.c. Visión.....	15
IV.9.d. Vértigo y mareos.....	16
IV.9.e. Cognición.....	17
IV.9.f. Enfermedades neurodegenerativas.....	17
IV.9.g. Enfermedad cardiovascular.....	18

IV.9.h. Medicamentos.....	19
IV.9.i. Vitamina D.....	19
IV.9.j. Miedo a caer.....	19
IV.9.k. Depresión.....	20
IV.9.l. Entorno.....	20
IV.10. Evaluación de la marcha, el equilibrio y la movilidad funcional para predecir caídas en adultos mayores.....	21
IV.10.a. Prueba de alcance funcional (Funcional Reach test: FRT).....	22
IV.10.b. Equilibrio sobre una pierna (One-Leg Balance: OLB).....	23
IV.10.c. Timed Up and Go (TUG).....	23
IV.10.d. Índice de marcha dinámica (Dynamic gait index: DGI).....	24
IV.10.e. Prueba de marcha de 10 metros (Ten-metre walking test: 10MWT).....	24
IV.10.f. Prueba de subir escaleras (Stair climb test: SCT).....	25
IV.10.g. Prueba de pasos en cuatro cuadrados (Four square step test: FSST).....	26
IV.10.h. Prueba de levantarse de una silla en 30 segundos (30-s chair-stand test: 30SCST).....	27
IV.10.i. Prueba de escalón (Step test: ST).....	27
IV.10.j. Escala de equilibrio de Berg (Berg balance scale: BBS).....	28
IV.10.k. Escalas de eficacia de caídas (FES; FES-I; Short FES-I).....	29
IV.10.l. Evaluación de la movilidad orientada al rendimiento (Performance-oriented movility Assessment: POMA).....	30
IV.10.m. Prueba de doble tarea (Dual-task: DT test).....	30
IV.10.n. Mini examen del estado mental (Mini-mental state examination: MMSE).....	31
IV.10.ñ. Prueba de empuje y liberación (Push and reléase test: PRT).....	31

IV.10.o. Prueba de sentarse y levantarse del suelo (Sitting-rising test: SRT).....	32
IV.10.p. Senior Fitness Test (SFT).....	33
V. Metodología.....	34
VI. Contexto de análisis.....	37
VII. Resultados.....	54
VII.1. Modo de selección y características generales de los estudios elegidos.....	54
VII.2. Particularidades de los programas de entrenamiento y evaluaciones frecuentes..	54
VIII. Discusión.....	56
IX. Conclusiones.....	58
X. Anexo.....	60
XI. Bibliografía.....	62

I. Introducción

La Organización de las Naciones Unidas ha informado que, a nivel mundial, la población mayor de 65 años crece a un ritmo superior que el resto de los segmentos poblacionales. Se estima, que para el año 2050 una de cada seis personas tendrá más de 65 años (16%). Esto representa un marcado aumento si se compara con el año 2019 en el cual era una de cada once (9%).¹ La mencionada cuestión podría desencadenar un fuerte incremento en los gastos que el sistema de salud tendría que afrontar, como consecuencia de un potencial aumento de las consultas y de la asistencia ante los propios efectos que el envejecimiento produce en las personas. Entre los mismos se encuentran los que generan un mayor riesgo de caídas y las secuelas de las propias caídas en sí.

Las caídas son la principal causa de mortalidad relacionada con lesiones entre los adultos mayores. Las mismas pueden generar consecuencias que se pueden clasificar como inmediatas y tardías. Las primeras pueden incluir lesiones de partes blandas y fracturas. Las consecuencias tardías son las limitaciones físicas y funcionales que contribuyen a la propia restricción de las actividades de la vida diaria; la posterior pérdida de la condición física dada por el desuso, y la discapacidad.^{2;3}

Cuando se realizan evaluaciones e intervenciones en los adultos mayores, sobre algunos de los factores de riesgo de caídas, se logra disminuir ampliamente los gastos mencionados anteriormente.⁴ Asimismo, la evaluación de dichos riesgos es recomendada para todos los adultos mayores al menos una vez al año, ya que se considera que un tercio de la población mayor de 65 años padecerá una caída en el transcurso del año. La recurrencia de estas tiene una prevalencia que afecta al 25% de toda la población en cuestión.⁵

El deterioro de la fuerza muscular que acontece con el paso de los años es uno de los principales factores que influyen en la capacidad de vida independiente de las personas. Se conoce que la fuerza máxima y explosiva es necesaria para realizar muchas de las tareas de la vida diaria como levantarse de una silla, subir escaleras y caminar. La disminución del sistema neuromuscular para producir fuerza favorece el riesgo de caídas y resbalones. Otro de los factores que explican la menor fuerza y masa muscular con la edad, es la disminución de la cantidad y calidad de la actividad física que se realiza diariamente. La mengua de la fuerza se produce principalmente por una reducción de la masa muscular denominada sarcopenia. Esta se ha definido como un

síndrome geriátrico que se caracteriza por la pérdida generalizada y progresiva de masa y fuerza muscular esquelética, la cual condiciona a la discapacidad; la disminución de la calidad de vida; el aumento del riesgo de caídas, y hasta incluso la muerte. También, el descenso de fuerza se da por una afectación de los mecanismos involucrados en la contracción muscular, que hace que el tejido muscular esquelético sea menos excitable.^{6; 7}

II. Problema de investigación

Las caídas que producen lesiones moderadas o graves no solo generan grandes costos al sistema de salud, además, provocan un incremento de los gastos personales del paciente.⁸

La deficiencia muscular en los miembros inferiores se ha identificado como un factor de riesgo crítico de caídas, pero también modificable, el cual se considera debe ser un objetivo terapéutico en las intervenciones de ejercicio para la prevención de caídas. Puntualmente, la debilidad muscular incrementa el riesgo de caídas de los adultos mayores de tres a cuatro veces.⁹

Gran parte de las caídas que padecen los adultos mayores se pueden predecir, pero también, se pueden prevenir las lesiones que las mismas pueden generar mediante la implementación de evaluaciones exhaustivas y las consiguientes modificaciones de los factores de riesgo. Esto ha demostrado reducir hasta en un 24% la tasa de caídas, no obstante, las mismas se han mantenido sin modificaciones durante décadas.¹⁰

Surge como interrogante conocer cuáles son las modalidades utilizadas actualmente para el fortalecimiento muscular general del adulto mayor, que tengan mayor impacto en la reducción del riesgo de caídas.

Desarrollar el presente trabajo mediante los objetivos propuestos a continuación, buscará facilitar el trazado de pautas a la hora de afrontar un procedimiento, con la finalidad de reducir los mencionados riesgos. Contribuir con la divulgación de este conocimiento avalado científicamente, podría disminuir los gastos que recaen sobre el sistema de salud y las familias, como así también, mejorar la calidad de vida de las personas en cuestión.

III. Objetivo de la investigación

III. 1. Objetivo General

El objetivo general es analizar la bibliografía científica que guarde relación con distintas estrategias de fortalecimiento muscular, orientada a reducir el riesgo de caídas de los adultos mayores sanos.

III. 2. Objetivos específicos

Describir las adaptaciones fisiológicas que acontecen en el adulto mayor como consecuencia del entrenamiento de fuerza muscular.

Detallar el proceso y los resultados que se consiguen con el entrenamiento de la fuerza muscular del adulto mayor sano, en relación al riesgo de caídas de los mismos.

Determinar cómo se relaciona el entrenamiento de fuerza muscular de los adultos mayores sanos con el riesgo de caídas, la prevención y el estado funcional de los mismos.

IV. Marco Teórico

IV.1. Adulto Mayor, Caídas y Envejecimiento

La Convención Interamericana sobre la protección de los Derechos Humanos de las Personas Mayores, en su artículo N°2, define a la persona mayor como: “Aquella de 60 años o más, salvo que la ley interna determine una edad base menor o mayor, siempre que esta no sea superior a los 65 años”. En este concepto se incluye, entre otros, el de persona adulta mayor (AM).¹¹

Una caída puede definirse como un evento inesperado en el cual una persona viene a reposar en el suelo, piso o nivel inferior.¹²

El proceso de envejecimiento está asociado a cambios físicos, mentales y sociales que pueden repercutir sobre las capacidades funcionales del AM, lo que genera una pérdida

de autonomía y la aparición de dependencia. Si se tienen en cuenta dichos cambios, la presentación atípica de las enfermedades y la especial vulnerabilidad ante agresiones externas e internas, puede que sea necesario un enfoque diagnóstico, clínico y terapéutico diferente.¹³

El envejecimiento saludable puede verse como una contraposición de términos, ya que la palabra saludable implica una función óptima y ausencia de enfermedad, mientras que el envejecimiento como se ha mencionado, se vincula con enfermedad, pérdida de vitalidad y funcionamiento.

El AM sano o el envejecimiento saludable es encuadrado por científicos biomédicos como aquellos que no presentan condiciones de salud graves como pueden ser: cardiopatías, enfermedades neurológicas, discapacidades físicas o cognitivas. Por su parte, los científicos sociales tienden a ver esta terminología como un envejecimiento de bienestar, socialización y satisfacción con la vida, enfatizado en la necesidad de incluir los propios criterios de percepción de los AM.

Es entonces que la Organización Mundial de la Salud (OMS) define al envejecimiento saludable como el proceso de desarrollar y mantener la capacidad funcional que permita el bienestar en la edad adulta.¹⁴

IV.2. La Fuerza muscular y su relación con la edad

La fuerza muscular se puede definir como la capacidad para ejercer una fuerza sobre un objeto externo o resistencia, bajo un conjunto particular de condiciones biomecánicas.^{15;16}

La capacidad para generar fuerza está relacionada con la edad. Tanto hombres como mujeres tienen la capacidad para aumentar su fuerza durante la pubertad y la adolescencia, alcanzando un nivel máximo entre los 20 y los 25 años. En ese momento, esa capacidad se estabiliza y en algunos casos comienza a declinar. Ya a los 25 años una persona pierde alrededor del 1% de su fuerza máxima cada año y consiguientemente con el paso del tiempo, a los 65 años, solo tendrá aproximadamente el 60% de la fuerza que tenía a los 25. Esta pérdida de fuerza está relacionada con los niveles individuales de capacidad física. Las personas más activas o las que realizan un entrenamiento de fuerza tienen una tendencia mucho menor a perder fuerza muscular.¹⁷

La pérdida de fuerza muscular relacionada con la edad avanzada está fuertemente asociada tanto con la mortalidad como con la discapacidad. Asimismo, el mantenimiento de la masa muscular en los AM es fundamental, ya que sirve como un reservorio metabólico que es necesario para afrontar eficazmente las enfermedades.

La tasa de desarrollo de torque (Rate of torque development; RTD) se puede definir como la pendiente de la curva torque -tiempo obtenida durante una contracción isométrica. Vale mencionar que una RTD baja se asocia con más fuerza a los antecedentes de múltiples caídas en AM que viven en la comunidad, que otras pruebas de rendimiento funcional.¹⁸

IV.3. Sarcopenia y su relación con la Dinapenia

El término sarcopenia fue definido originalmente como la pérdida de masa muscular relacionada con la edad, pero la reducción muscular es una consecuencia de la pérdida de la fuerza. Esta pérdida de fuerza fue denominada dinapenia y es originada principalmente por tres factores: el déficit en la activación neuronal; la reducción en la capacidad intrínseca del músculo para generar fuerza, y solo parcialmente por la aparición de la sarcopenia. Hay entonces una íntima vinculación entre la masa muscular, la fuerza muscular y la función física.

La disminución de la fuerza muscular es mucho más rápida que la pérdida de masa muscular, habiéndose observado que cambios en el área del cuádriceps, solo explicaría entre el 6 y el 8% de las variables de la fuerza del músculo extensor de la rodilla. Asimismo, se ha informado que la pérdida de masa muscular por desuso explica menos del 10% de la pérdida de fuerza muscular. Esto indica que la pérdida de la fuerza muscular en los AM tiene una mayor relación con deficiencias en la activación neuronal y la reducción intrínseca de la capacidad muscular para generar fuerza, que la misma disminución de la masa muscular.¹⁹

IV.4. Actividad física y comportamiento sedentario

La actividad física (AF) se define como cualquier movimiento corporal producido por el músculo esquelético que requiera un gasto de energía. El comportamiento sedentario

(CS) se define como un periodo durante la vigilia donde se produce poco o ningún gasto de energía.

Estos son comportamientos claramente distintos, pero estrechamente relacionados, siendo a la vez determinantes independientes de resultados negativos como: la morbilidad, la mortalidad, la discapacidad y una mala calidad de vida. Con el avance hacia la edad adulta los niveles de AF disminuyen, mientras que los de CS aumentan. La información que los AM pueden brindar para conocer los niveles de AF y CS pueden estar sesgados cuando son informados por ellos mismos. Se conoce que mayores índices de fuerza y potencia muscular se asocian con niveles más altos y más bajos de AF y CS respectivamente. La evaluación de la fuerza, sobre todo de los miembros inferiores, se convierte en una buena herramienta para conocer estos comportamientos en los AM.²⁰

Se ha evidenciado que AM que habían reducido su AF en un 76%, lo que en dicho caso representó 1500 pasos menos por día, por un periodo de 2 semanas, habían disminuido la masa muscular de los miembros inferiores hasta en un 4%.²¹ En este sentido se constató que la permanencia en cama de AM, por un lapso de 10 días, reduce su masa muscular en un 2 % y la fuerza muscular en un 12,5 %. La pérdida de masa muscular predispone al cuerpo del AM a contraer enfermedades e infecciones. Se ha observado que, si no se realiza ejercicio durante 3 meses, la función física, la salud mental y la calidad de vida, incluso en aquellos AM activos, disminuyen o se ven afectadas.²²

IV.5. Fragilidad y Resiliencia

La edad avanzada también se encuentra asociada a la fragilidad. La misma se define como un estado clínico en el que se produce aumento de la vulnerabilidad para desarrollar eventos negativos relacionados con la salud. Esto se debe a una disminución de la reserva fisiológica y su resistencia. Tales eventos incluyen: discapacidad, hospitalización, institucionalizaciones y muerte. Los mismos son generados cuando el individuo se expone a factores estresantes endógenos o exógenos. Paralelamente, en el último tiempo, al concepto de fragilidad se le ha sumado el termino resiliencia. Esta se define como la capacidad humana para adaptarse ante la tragedia, el trauma, la adversidad, las dificultades y los factores estresores de la vida. Dos individuos considerados igualmente frágiles pueden reaccionar de manera diferente a un mismo estímulo negativo. Aquel que puede hacer frente al agente estresor de una mejor forma

es considerado como el que presenta una mayor resiliencia. Esta ventaja se puede dar por los medios externos, que se tengan a disposición para contrarrestar a aquellas fuerzas negativas que vayan a alterar la homeostasis. Uno de estos recursos puede ser la pertenencia a un estatus socioeconómico más alto. El entrenamiento de la fuerza es una intervención efectiva para mejorar la fuerza y la potencia muscular e incrementar la masa de los músculos en los AM frágiles.^{23;24}

IV.6. Entrenamiento de resistencia

El entrenamiento de resistencia (ER) se puede definir como una forma de ejercicio periódico, en el que pesos externos proporcionan una sobrecarga progresiva a los músculos esqueléticos, lo que puede aumentar significativamente la fuerza muscular y a menudo, dan como resultado una hipertrofia. Esto es consistente con el principio de las adaptaciones específicas a las demandas impuestas, ya que el cuerpo se ajusta a una estimulación resistiva al aumentar su capacidad para producir fuerza, generando así, previsión ante demandas futuras similares.^{15; 25}

Los AM que realizan ER, no solo pueden aumentar la masa y la fuerza muscular, sino que también, pueden obtener otras ganancias beneficiosas para su organismo. Entre algunas de estas se encuentran: el aumento de la densidad mineral ósea, el incremento de la composición corporal, el control de la glucemia, el mejoramiento de los marcadores de enfermedad cardiovascular y la merma del dolor corporal. Por otra parte, se demostró que el ER mejora eficazmente los resultados de salud psicosocial como el sentido de coherencia, el estrés percibido, la depresión, la ansiedad y la fatiga.²⁶ Se ha conocido que, entre las distintas intervenciones de ejercicios físicos para el AM, el ER está entre las primeras intervenciones que logran mejorar el rendimiento físico de modo más significativo.²⁷

IV.7. Valoración de la fuerza muscular

Para determinar la eficacia de un determinado programa de ER es fundamental medir el nivel de fuerza con la mayor precisión posible. En ambientes de laboratorio la fuerza muscular es comúnmente evaluada con el uso de dinamómetros isocinéticos (DI), pero

tal equipo tiene la desventaja de tener un costo elevado y generalmente, son pruebas de fuerza basadas en una sola articulación. Es entonces que, para definir la intensidad del entrenamiento de fuerza y la carga externa levantada, se utiliza habitualmente un porcentaje del peso máximo que el individuo puede movilizar en una única repetición (1RM). Se define así a 1RM como la carga máxima que se puede levantar, una sola vez, a través de un rango completo de movimiento.¹⁶

La prueba de 1RM tiene varias ventajas sobre pruebas de laboratorio con DI, ya que la primera, permite evaluar la fuerza en ejercicios multiarticulares, donde generalmente, las acciones excéntricas se combinan con acciones concéntricas. Esto es representativo de las acciones musculares dinámicas y comunes como las que son utilizadas en el ER o

Rating	Descriptor
6	No exertion at all
7	Extremely light
8	
9	Very light
10	
11	Light
12	
13	Somewhat difficult
14	
15	Difficult (heavy)
16	
17	Very difficult
18	
19	Extremely difficult
20	Maximal exertion

Tabla 1: Escala Borg 6-20 RPE. Extraída de Rating of perceived exertion on resistance training in elderly subjects.2019.²⁸

en actividades de la vida diaria. Además, la prueba de 1RM se ejecuta comúnmente con el mismo ejercicio realizado en las sesiones de entrenamiento, lo que puede reducir la necesidad de familiarización con la prueba. Se demostró también que su realización por parte del AM es totalmente segura.¹⁶

Si bien se acaba de mencionar que la prueba de 1RM es segura para los AM, esta puede

Rating	Descriptor
0	Rest
1	Very, very easy
2	Easy
3	Moderate
4	Somewhat difficult
5	Difficult
6	-
7	Very difficult
8	-
9	-
10	Maximal

Tabla 2: Escala Borg CR-10. Extraída de Rating of perceived exertion on resistance training in elderly subjects.2019.²⁸

llegar a ser difícil de realizar por algunos de los mismos. La escala de esfuerzo percibido (Rating of perceived exertion; RPE) es un método que se utiliza para medir la

intensidad en el ejercicio aeróbico para AM, pero también se puede utilizar para monitorear la intensidad del ER. Las tres escalas más usadas de RPE son la escala de Borg 6-20 (Tabla 1); la escala de Borg CR-10 [category ratio; CR-10 (Tabla 2)], y la escala OMNI para ER (Figura 1). La primera de las tres escalas mencionadas fue desarrollada por Gunnar Borg y se conoce como la escala original de Borg. En esta escala, una puntuación de 6 representa actividad en reposo y una puntuación de 20

representa el ejercicio exhaustivo. La misma se correlaciona con la frecuencia cardíaca (FC) y permite al sujeto tener una mejor comprensión de su esfuerzo. Es así que la RPE se multiplica por diez para determinar la FC. Un ejemplo de esto sería que, si se tiene un RPE de 12 y se multiplica por 10, nos daría la FC ideal para un ejercicio aeróbico.

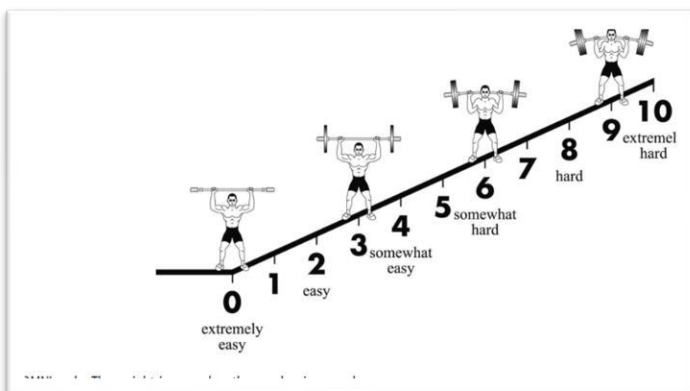


Figura 1: Escala OMNI. Extraída de Rating of perceived exertion on resistance training in elderly subjects.2019.²⁸

Se ha investigado la relación entre la escala de Borg 6-10 y el porcentaje de 1RM para AM en ejercicios de piernas con prensa. Se observó que una puntuación de 6 en la mencionada escala represento

el 22% de 1RM y que una puntuación de 13 representó el

67% de 1RM. La escala de Borg CR-10 se desarrolló en base a la escala original y tiene 12 categorías que van de 0 a 10 (0: nada de esfuerzo; 0,5: extremadamente fácil; 10: máximo esfuerzo). Por último, la escala OMNI incluye categorías de esfuerzo percibido del 0 al 10 (0: extremadamente fácil; 10: extremadamente difícil) y se utiliza para el ER. El esfuerzo percibido se define como el nivel de intensidad que uno siente durante la actividad física y se basa en las sensaciones que una persona experimenta incluyendo la frecuencia cardíaca; la frecuencia respiratoria; la sudoración, y la fatiga muscular.²⁸

IV. 8. Variables del Entrenamiento resistencia

El volumen (dosis) de ER se define por la carga levantada, el número de repeticiones y el número de series de repeticiones. Hay muchas otras variables que se pueden manipular dentro del diseño de los programas de ER como los intervalos de descanso entre series; el tiempo bajo tensión; el entrenamiento hasta el fallo muscular; el orden y selección de los ejercicios, y la frecuencia de entrenamiento. Todas estas variables son intervenidas con el fin de maximizar las adaptaciones musculares. La frecuencia del ER se refiere al número de sesiones de entrenamiento realizada por grupo muscular en un periodo determinado. Una semana es el periodo de tiempo más comúnmente utilizado para cuantificar la frecuencia. La carga externa no es el único estímulo que dicta la

respuesta muscular al ejercicio de resistencia; también el esfuerzo es un componente fundamental, ya que se ha demostrado que, si se realiza una serie de ejercicios con el 90% de 1RM o con el 30% de 1RM hasta la fatiga, se pueden generar incrementos similares en la síntesis de proteínas musculares nuevas. Sin embargo, como el esfuerzo es inherente a cada persona, el mismo puede generarse con la variedad en los protocolos que no dependa de una carga externa levantada.^{15; 25}

El ER es recomendado por la American Collage of Sports Medicine (ACSM) como un importante componente dentro de un programa de acondicionamiento físico general para AM. La ACSM recomienda que el ER en AM sea realizado con cargas que involucren el 60-70% de 1RM; de 8 a 12 repeticiones, y en 2 o 3 sesiones no consecutivas por semana. Asimismo, se menciona que los beneficios del ER se incrementan como respuesta al entrenamiento entre 60 y el 100% de 1RM en los AM.²⁸

IV.9. Factores de riesgo de caídas

Los factores de riesgo de caídas en los AM se pueden clasificar de dos formas: por un lado, los inherentes a la persona o también llamados intrínsecos. Por otro lado, los ambientales o extrínsecos. Los factores intrínsecos incluyen características del individuo tales como la edad, las capacidades funcionales, las enfermedades crónicas y los trastornos de la marcha. Los factores ambientales hacen referencia a peligros de caídas dentro y alrededor del hogar como tipo calzado o mal uso del mismo; pisos resbaladizos o alfombras sueltas que generen riesgos de tropiezos; falta de barandas en escaleras o barras de apoyo; muebles inestables, y la poca iluminación. El riesgo de caída aumenta con el número de factores de riesgo presentes.²⁹

Solo un pequeño porcentaje de caídas son consecuencia de una única causa y es por eso que se considera que su etiología es multifactorial, lo que involucra tanto a factores intrínsecos como extrínsecos, junto a las variables relacionadas con la actividad. Los factores extrínsecos son responsables de entre el 41% y el 55% de las caídas de los AM que viven en la comunidad y alrededor del 16% en los AM institucionalizados. Los factores intrínsecos representan entre el 39% y el 53% de las causas por caídas de los AM que viven en la comunidad y el 80% en los institucionalizados.³⁰

En una mirada más minuciosa, la OMS establece cuatro categorías de factores de riesgo de caídas para los AM, las cuales se clasificaron del siguiente modo. En primer lugar, el

factor de riesgo biológico en el cual se engloban la edad; el género; la etnia; las enfermedades crónicas, y el deterioro físico y cognitivo. En segundo lugar, el factor de riesgo conductual como el consumo de fármacos múltiples; el consumo excesivo de alcohol, y falta de ejercicio. En tercer lugar, el factor de riesgo social y económico como la falta de acceso a una vivienda adecuada; la ausencia de servicios comunitarios, y la interacción social. Por último, se encuentra el factor de riesgo ambiental el cual puede estar dentro o fuera del hogar.²

A continuación, se describirán algunos de los factores de riesgo de caídas con los que se pueden encontrar los AM.

IV.9.a. Fuerza de las extremidades inferiores

Los AM con debilidad muscular de los miembros inferiores tienen una mayor tasa de caídas. Se ha demostrado que la debilidad de los músculos de los pies es un predictor independiente de caídas en los AM, ya que la misma repercute sobre el equilibrio dinámico y en la menor producción de potencia propulsora.³¹

También, se ha podido establecer que en los AM existe una asociación entre la debilidad muscular, tanto de la extensión como de la flexión de rodilla y un riesgo mayor de caídas luego de un resbalón. Esto se constató luego de observar que perturbaciones experimentales que producían un resbalón durante la marcha de AM, provocaban la caída en aquellos que presentaban una debilidad muscular significativamente mayor en dicha articulación. Esta vinculación se puede explicar debido a que después de un resbalón, el miembro que se desliza, realiza la reacción correctiva de flexión de rodilla para evitar que el centro de masa se desplace hacia delante. Por otro lado, el otro miembro inferior realiza una reacción extensora para proporcionar el soporte de peso. Incrementar la capacidad para producir potencia en estos músculos podría enlentecer una caída o incluso evitarla luego de un resbalón.³²

IV.9.b. Trastornos de la marcha y el equilibrio

Los trastornos de la marcha y el equilibrio se identifican como uno de los factores de riesgo de caídas más relevantes. El patrón de marcha en algunos AM tiende a ser rígido, poco coordinado y con un pobre control de la postura. Una de las condiciones previas para una marcha erguida y segura es la de poseer la función intacta de determinados sistemas, junto a la correcta interacción de los mismos. Los sistemas visual, vestibular y somatosensorial recopilan toda la información sensorial necesaria para un correcto equilibrio estático y dinámico. El sistema nervioso central es donde se integra y se procesa la información sensorial aferente generando, además, los impulsos de movimiento. Tanto el sistema musculoesquelético como otros sistemas de órganos involucrados indirectamente en la locomoción, ya sea el cardiovascular o el respiratorio pueden verse afectados por todos aquellos déficits que suelen asociarse al envejecimiento. De tal modo, el deterioro de la función de los mismos conlleva a perturbaciones en la capacidad de la marcha. Es entonces que las personas con patologías neurológicas que alteren la marcha tienen un mayor riesgo de caídas. Los cambios típicos de la marcha se pueden observar en personas mayores sanas como estrategias de compensación por la reducción de la capacidad de equilibrio. Estos cambios pueden ser: el acortamiento en la longitud de la zancada; la disminución de la altura del paso; el alargamiento de la fase de doble contacto de los pies con el suelo; una orientación del pie que se vuelve más plana en la fase de balanceo, y una marcha que se torne más ancha. La utilización de estos recursos ayuda a estabilizar los movimientos laterales crecientes de la cabeza y el tronco de los AM. La velocidad al caminar disminuye aproximadamente un 1% por año después de los 65 años. Además, una rotación limitada en la cintura escapular y pélvica hace que los brazos se balanceen menos al caminar. También se presenta una dificultad para iniciar reacciones con los brazos, con el fin de mantener el equilibrio o recuperarlo rápidamente después de una perturbación. Todo esto deteriora la capacidad para evitar una caída después de un tropiezo o resbalón inesperado.^{29; 33}

IV.9.c. Visión

La prevalencia de la discapacidad visual y la ceguera aumenta con la edad. Este es uno de los factores de riesgo de caídas que pasan desapercibidos con mayor frecuencia, ya

que el proceso de disminución de la visión es lento e imperceptible en la mayoría de los AM. La corrección de la pérdida visual puede reducir el número de caídas futuras y aumentar la movilidad. Sin embargo, estas intervenciones pueden generar mayor riesgo de caídas en algunos AM en comparación con aquellos que no son intervenidos.³⁴

Las principales causas de discapacidad visual son: las cataratas, la degeneración macular relacionada con la edad y el glaucoma. La sensibilidad al contraste, la estereopsis y la visión periférica, también tienen un impacto negativo en la capacidad de vida independientemente, en relación a las actividades de la vida diaria que necesitan imperiosamente de una buena visión.³⁵

La percepción visual brinda información sobre nuestro entorno, lo cual es importante para la estabilidad postural y la habilidad para evitar obstáculos. El campo visual inferior brinda información sobre la ubicación de obstáculos al momento de acercarse a ellos como así también, sobre la posición, orientación y trayectoria del pie al momento de sortear los mismos. El campo visual superior contribuye al mantenimiento de la estabilidad postural al momento de atravesar el obstáculo.³⁶

IV.9.d. Vértigo y mareos

El vértigo es la ilusión de movimiento, bien del mundo exterior que se mueve alrededor del individuo o del individuo que se mueve en el espacio. El mareo es un término impreciso que puede referirse a una desorientación espacial.

El vértigo y los mareos afecta en un porcentaje que va desde el 15% al 20 % de la población adulta. Esto genera un mayor riesgo de caídas, especialmente en los AM que ya pueden tener sus capacidades de equilibrio disminuidas. Estos síntomas representan consultas frecuentes entre la población mayor. Los mismos pueden ser generados por cambios fisiológicos que se relacionan con la edad avanzada, como así también, la presencia de una mayor prevalencia de comorbilidades. Actualmente se estima que los trastornos vestibulares representan el 48 % de los mareos.³⁷ La pérdida de la capacidad vestibular relacionada con la edad se manifiesta debido a la disminución de las células ciliadas vestibulares y a una menor cantidad de fibras nerviosas vestibulares. Otros de los efectos adversos que puede generar los mareos son la ansiedad; la disminución de la movilidad; la aparición o aumento del miedo a caer, y las limitaciones en actividades de la vida diaria.³⁸

IV.9.e. Cognición

El deterioro cognitivo está asociado con la fragilidad, las caídas y la incidencia de la discapacidad en los AM. Aquellos que presentan deterioro cognitivo moderado o severo tienen una incidencia anual de caídas que llega a estar entre el 60% y el 80%. Esto es el doble de la tasa cuando se compara con aquellos AM que no tienen alteraciones cognitivas. Cuando los AM con estas alteraciones se caen, sus probabilidades de ser institucionalizados aumentan aproximadamente cinco veces en comparación con aquellos que presentan los mismos deterioros y no han sufrido caídas. También, tienen un alto riesgo de sufrir lesiones graves relacionadas con caídas como son las fracturas y los traumatismos craneales, lo que aumenta el riesgo de mortalidad.³⁹

En un estudio se creó el concepto de fragilidad cognitiva (FC), la cual se caracteriza por la presencia de fragilidad física (FF) y deterioro cognitivo leve (DCL). Los investigadores constataron que la FC es un alto predictor de caídas asociadas a lesiones y discapacidad en comparación con los que solo sufren FF o DCL. Además, se observó que la tasa de incidencia de caídas y discapacidad aumentaba exponencialmente a partir de los 75 años en los AM con FC.⁴⁰

Las intervenciones preventivas contra caídas que generalmente se enfocan en el estado funcional, han demostrado tener mejores resultados en aquellos pacientes con un menor deterioro cognitivo. Se considera que se genera un círculo vicioso entre las caídas, la depresión y el deterioro cognitivo. Una caída puede generar miedo a caer y esto a su vez, conllevar a la reducción de la actividad física y la participación social, pudiendo desencadenarse la depresión y el deterioro cognitivo.⁴¹

Se ha observado en un estudio que AM que sufrieron caídas recurrentes presentaban problemas de memoria y alteraciones en las funciones ejecutivas. Por el contrario, aquellos que no tuvieron caídas o sufrieron caídas esporádicas no presentaban tales problemas. Así mismo, se menciona en dicho estudio que haber sufrido una caída en el último año, no parece estar asociado con un peor rendimiento en las pruebas cognitivas.⁴²

IV.9.f. Enfermedades neurodegenerativas

La demencia es una enfermedad progresiva caracterizada por alteraciones cognitivas complejas. A medida que avanza el deterioro se pueden ver perturbaciones en la fuerza

muscular, el equilibrio y la marcha, lo que aumenta el riesgo de caídas. La incidencia de caídas en AM con demencia aumenta al doble en comparación con aquellos que no tienen alteraciones cognitivas. Así mismo, las caídas son una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en AM con deterioro cognitivo y demencia.⁴³

La enfermedad de Parkinson (EP) provoca un enlentecimiento general en la función motora que se puede observar durante la marcha y en otras reacciones de los miembros superiores. La velocidad y la longitud del paso están altamente relacionadas con el riesgo de caídas en los AM con EP.⁴⁴ Aquellos que padecen esta enfermedad son generalmente sedentarios, lo que conlleva a una reducción de la actividad física en comparación con los AM sanos. Aproximadamente entre el 40% y el 70% de las personas con EP se caen cada año y aunque el número de caídas aumenta con el avance de la enfermedad, son comunes en las primeras etapas de la misma.⁴⁵

Las personas con enfermedad de Alzheimer (EA) tienen el doble de riesgo de sufrir caídas relacionadas a consecuencias graves, en comparación con los que no presentan esta enfermedad.⁴⁶ Se ha asociado niveles más altos de deterioro cognitivo con un inicio lento de la marcha y con una baja velocidad de la misma. Esto a su vez, se relaciona con un aumento del riesgo de caídas de hasta tres veces más en AM con EA leve o moderada.⁴⁷

IV.9.g. Enfermedad cardiovascular

La enfermedad cardiovascular puede generar una hipoperfusión cerebral, lo cual a su vez puede originar mareos, la pérdida del conocimiento y una consecuente caída. La fibrilación auricular y las posibles lesiones de sustancia blanca cerebral contribuyen a generar un aumento del riesgo de caídas, debido a la presencia de alteraciones en la movilidad y deterioro cognitivo. Los trastornos cardiovasculares que se asocian con mayor fuerza a las caídas son la fibrilación auricular, la insuficiencia cardíaca y una baja presión arterial. Asimismo, se ha observado entre estos tipos de trastornos que la hipersensibilidad de seno carotídeo, el síncope vasovagal y la hipotensión posprandial tienen mayor prevalencia como causas de caídas. La hipotensión ortostática, las anomalías de las estructuras cardíacas y otro tipo de arritmias también han sido asociadas con el riesgo de caídas.⁴⁸

IV.9.h. Medicamentos

Hay un número de medicamentos que se engloban como aquellos que aumentan el riesgo de caídas (Fall-risk increasing drugs: FRID). En ese grupo se incluyen: los antihipertensivos, anticolinérgicos, antihistamínicos, sedantes hipnóticos, antipsicóticos, opioides y antiinflamatorios no esteroideos. Los mismos pueden generar efectos negativos sobre el sistema nervioso central o el sistema cardiovascular, lo que puede derivar en hipotensión ortostática, bradicardia, sedación, trastornos del sueño, confusión y mareos. Se ha descrito que dejar de prescribir los FRID como única estrategia para reducir el riesgo de caídas tiene poco o ningún impacto.⁴⁹

La polifarmacia es también un factor de riesgo de caídas entre los AM. Esta se define como la toma de cinco o más medicamentos al día. La misma es una condición frecuente en esta población mayor, debido a la presencia de diversas enfermedades crónicas. La función renal y hepática disminuye con la edad, lo que conlleva a un enlentecimiento en la eliminación de los medicamentos.⁵⁰ Se ha definido a la polifarmacia persistente como el uso de múltiples medicamentos en dos años consecutivos. Se pudo observar que los AM con polifarmacia persistente y el uso de FRID tienen casi un 50% más de riesgo de padecer una caída asociada a lesiones que aquellos que tienen una polifarmacia no persistente.⁵¹

IV.9.i. Vitamina D

Se conoce que la deficiencia de vitamina D es algo común en los AM. También se ha demostrado una asociación entre la deficiencia de vitamina D y las caídas. Si bien hay bibliografía científica que respalda que los suplementos de esta vitamina mejoran la fuerza muscular junto con la función y el equilibrio, los resultados significativos en la reducción de caídas se presentan cuando se combina la administración de vitamina D y suplementos de calcio o una ingesta natural suficiente.⁵²

IV.9.j. Miedo a caer

El miedo a caer es la preocupación que acontece a una caída y su presencia es frecuente entre los AM, ya que hayan sufrido una caída o no. El mismo es considerado como un

problema de salud de gravedad similar a las propias caídas. Se ha reportado en un estudio que entre los AM que sufrieron una caída, aquellos que mostraban un miedo posterior por volver a caer, eran más propensos a presentar una disminución del rendimiento de la marcha y el equilibrio en comparación con los AM que no mostraron dicho miedo. Dichas deficiencias se fueron manifestando en el transcurso de los dos años posteriores a la caída. Este miedo puede desencadenar una merma en los niveles de actividad física lo que ya se ha asociado con un mayor riesgo de caídas. El miedo a caer también se encuentra relacionado con la depresión; una menor interacción social; la disminución de la calidad de vida; dificultad para la realización de actividades de la vida diaria; discapacidad e institucionalización.^{53; 54}

IV.9.k. Depresión

Se estima que el 15% de los AM que viven en la comunidad presentan sintomatología depresiva leve y que el porcentaje aumenta entre aquellos que viven en residencias de cuidados. La sintomatología depresiva es un predictor independiente de caídas, pero también está asociada con otros factores de riesgo de caídas como el deterioro cognitivo, la baja velocidad de la marcha, un equilibrio deficiente o la debilidad muscular.⁵⁵ Las probabilidades de sufrir una caída aumentan entre los AM que son diagnosticados con trastorno depresivo mayor (TDM) en comparación con que aquellos que presentan síntomas depresivos leves.⁵⁶

IV.9.l. Entorno

Los factores ambientales o extrínsecos también pueden contribuir a que suceda una caída. Malas condiciones de vivienda como pueden ser una pobre iluminación, suelos resbaladizos, baños con malas terminaciones y escaleras demasiado altas se asocian significativamente con el riesgo de caídas recurrentes.⁵⁷ Las caídas al aire libre generalmente ocurren como resultado de un resbalón o tropiezo asociado a superficies irregulares como un mal estado de las veredas u obstáculos en las mismas. También las caídas pueden suceder al subir o bajar los cordones y las rampas. Descender de un vehículo, caminar por lugares muy concurridos, uso de calzados inadecuados,

circunstancias que generen caminar demasiado rápido y condiciones climáticas adversas se encuentran igualmente incluidas en este conjunto de riesgos.^{30; 53}

IV.10. Evaluación de la marcha, el equilibrio y la movilidad funcional para predecir caídas en adultos mayores

El mantenimiento de una postura erguida es una tarea compleja que requiere que el centro de gravedad de un individuo se encuentre dentro de una base de sustentación muy pequeña. Se requiere mecanismos neuromusculares muy sofisticados para mantener esa posición. A medida que estos mecanismos de control postural se van deteriorando por el envejecimiento y la presencia de distintas enfermedades, el equilibrio se vuelve cada vez más delicado, lo que resulta en una mayor susceptibilidad a las caídas. Los esfuerzos para describir y comprender las alteraciones del equilibrio de los AM han llevado al desarrollo de diversos métodos de evaluación del equilibrio.⁵⁸

La valoración del rendimiento físico es un componente clave en la evaluación de los AM, tanto en los entornos clínicos como en los de investigación. Las pruebas autoinformadas del funcionamiento son válidas, pero diferentes pruebas estandarizadas del rendimiento físico pueden ofrecer ventajas en términos de validez, reproducibilidad, sensibilidad a los cambios, aplicabilidad transnacional y transcultural, como así también, la capacidad de caracterizar altos niveles de funcionamiento.⁵⁹

Conocer el historial de caídas de un AM sería una herramienta precisa para predecir futuras caídas, pero esto no sería muy útil en aquellos modelos enfocados en la detección temprana y la prevención de las primeras caídas.⁶⁰ Pareciera que no existe un consenso sobre cuál es la mejor herramienta para evaluar el riesgo de caídas, sin embargo, se ha establecido que los AM deben acceder a una evaluación integral, la cual incluya el tipo de equilibrio, las características de la marcha y la función motora. A partir de eso, se pueden tomar medidas puntuales para abordar cualquier limitación con una adaptación específica para cada individuo. Las evaluaciones de la marcha, el equilibrio y la movilidad funcional se realizan con mayor frecuencia con las pruebas de Timed Up and Go (TUG); Berg balance scale (BBS); pruebas de velocidad de marcha; evaluaciones de doble tarea; equilibrio sobre una pierna; el Functional Reach Test (FRT); marcha en tadem, y la Chair-stand test (CST).⁶¹

En este sentido, un meta análisis concluyo que los AM que viven en la comunidad se evalúan generalmente con las pruebas de TUG y BBS. Se menciona en el mismo que BBS es el test más útil para identificar AM con un bajo riesgo de caídas, ya que el mismo presentó una especificidad agrupada del 0,9 y una sensibilidad agrupada de 0,73. Por otro lado, el TUG mostro una sensibilidad agrupada de 0,76 y una especificidad agrupada de 0,49. Ambas pruebas miden directamente la capacidad de equilibrio en las actividades de la vida diaria como pueden ser la marcha, subir y bajar escaleras, la movilidad y la velocidad. Se ha recomendado en tal estudio que ambas pruebas sean utilizadas a la vez sobre los AM que viven en la comunidad. Esto podría aumentar la precisión del diagnóstico del riesgo de caídas.⁶²

A continuación, se describirán algunas de las pruebas que se utilizan para evaluar el riesgo de caídas en los AM.

IV.10.a. La prueba de alcance funcional (Functional Reach Test: FRT)

El alcance funcional (AF) se puede definir como la distancia máxima que una persona puede alcanzar, más allá de la longitud del brazo, manteniendo una base fija de apoyo en posición de pie. Este alcance se deteriora con el avance de la edad como un mecanismo de protección para evitar la perturbación del centro de gravedad y evitar la caída. En el FRT se le pide al sujeto a evaluar que se coloque de pie en una posición cómoda o habitual sobre una plataforma o el suelo. El mismo debe estar descalzo y se marcara la posición de los pies para que se repita la misma ubicación en la prueba siguiente. Los brazos se encontrarán a los lados y el alcance se realizará con el brazo hábil. Se debe colocar una regla de medición de forma paralela al suelo, la cual debe estar a la altura del acromion del brazo con el que se va a realizar el alcance. La regla puede estar sujeta a un trípode o sobre una pared. El individuo en ningún momento de la prueba debe tocar la pared o la regla para que el test sea válido. Se le pide al sujeto que ponga el brazo extendido y el puño cerrado paralelo a la regla lo más cerca posible de ella. Se registra entonces la medida a la altura del extremo distal del tercer metacarpo la que se definirá como la posición 1. Luego se le pide al sujeto que alcance tan adelante como sea posible sin perder el equilibrio o dar un paso. Se registra nuevamente el tercer metacarpo lo cual será la posición 2. El AF es entonces la diferencia media entre la posición 1 y 2 luego de tres intentos. No se realiza ninguna indicación al sujeto del

método de alcance más allá de lo que se estableció anteriormente. El FRT es una medida dinámica del control postural, además de ser económica, precisa, sensible a la edad y accesible.⁵⁸ (Ver imagen 1 en anexo)

IV.10.b. Equilibrio sobre una pierna (One-Leg Balance: OLB)

El equilibrio sobre una pierna puede definirse como la capacidad para pararse sobre una pierna sin apoyo en elementos externos. En la prueba de equilibrio sobre una pierna se le pide al individuo que elija la pierna con la que se sienta más cómodo para hacer la prueba. Debe flexionar la rodilla de la pierna que eleva y permanecer en esa posición por el mayor tiempo posible. Esta prueba es simple y solo se necesita un cronometro para determinar el tiempo que el sujeto puede mantener el equilibrio. Se ha descrito en el estudio citado al pie de párrafo, en el que participaron AM (edad media de 72,7+/- 6,1 años), que aquellos que no conseguían mantener el equilibrio en esta prueba por 5 segundos eran significativamente mayores, tenían grandes dificultades para la marcha y presentaban puntuaciones más bajas para las funciones cognitivas reveladas con el Mini examen del estado mental. El estudio tuvo un seguimiento de 3 años y observo, además, que aquellos AM que no podían mantener el equilibrio tenían una mayor probabilidad (2,1 veces más) de sufrir una caída con lesión en comparación con aquellos AM que si lograban mantener el equilibrio por 5 segundos.⁶³

IV.10.c. Timed Up and Go (TUG)

Consiste en cronometrar los segundos que el sujeto demora en levantarse de una silla de aproximadamente 46 centímetros de altura con apoyabrazos, caminar una distancia de 3 metros, girar, volver hasta la silla y sentarse nuevamente. En esta prueba, el sujeto debe utilizar el calzado habitual, comenzando con la espalda apoyada contra el respaldo de la silla y los brazos sobre los apoyabrazos. Se le instruye a que camine a una velocidad cómoda y segura. Se realiza primero una pasada de prueba para que el paciente se familiarice con la misma. Los creadores de la prueba observaron que pacientes que realizaban la prueba en menos de 20 segundos eran independientes para las transferencias básicas y muchos de estos podían realizar transferencias en la ducha y subir escaleras. Así mismo, estos sujetos tenían una velocidad de marcha de al menos

0,5 metros por segundo. Aquellos que realizaron la prueba entre 20 y 29 segundos generalmente necesitaban ayuda para las transferencias en el inodoro y la ducha. Los que tardaban más de 30 segundos necesitaban asistencia para levantarse de una silla, no podían subir escaleras o salir solos de sus casas.⁶⁴ (Ver figura 14 en anexo)

IV.10.d. Índice de Marcha Dinámica (Dynamic Gait Index: DGI)

El DGI es una medida clínica utilizada comúnmente para evaluar la capacidad que tiene el individuo para adaptar su marcha ante situaciones complejas que pueden presentarse durante la misma. Estos son eventos habituales de la vida diaria. El DGI evalúa 8 ítems y el primero, se considera la tarea de referencia o línea de base. Este examina la capacidad de caminar bajo condiciones de desafío bajo, lo que sería a su propio ritmo y sobre una superficie nivelada. Los siguientes 7 ítems son los que evalúan la capacidad del individuo para adaptar su marcha. Estos son: cambio de velocidad; cambio de dirección mediante giro pivote; cambios de orientación de la cabeza en sentido vertical y horizontal; pasar por encima y alrededor de obstáculos, y subir escaleras. El desempeño de cada ítem se evalúa utilizando una escala ordinal con criterios basados en la combinación del patrón de marcha, la velocidad y nivel de asistencia. Los valores que se pueden asignar a cada ítem van de 0 (incapaz de realizar sin ayuda de un tercero) a 3 (de forma oportuna y sin asistencia) lo que equivale respectivamente a: Deterioro grave, deterioro moderado, deterioro leve y sin deterioro o normal. Posteriormente estos valores se suman, pudiendo dar resultados desde 0 (el peor resultado) a 24 (función óptima).^{65; 66}

IV.10.e. Prueba de Marcha de 10 metros (Ten-metre Walking Test: 10MWT)

El 10MWT tiene como objetivo evaluar los cambios en el rendimiento de la marcha. Para esto, se cronometra el tiempo y si se prefiere se contabilizan los pasos requeridos para que el sujeto a evaluar cubra caminando, a su velocidad habitual, una distancia de 10 metros. Se necesita para la prueba una distancia mínima de 12 metros, libre de obstáculos y con marcas en el trayecto separadas por 10 metros. Para el procedimiento

los sujetos se paran con los dedos de los pies sobre la línea de salida. Se crea un objetivo de alcance como una silla o una puerta al menos a 1 metro de distancia pasando la línea final de los 10 metros. Se le indica luego al sujeto, que cuando se encuentre listo, camine hacia el objetivo a velocidad habitual. El cronometro se inicia en el momento que el sujeto mueve el pie para dar un paso y se detiene cuando el pie delantero toca o atraviesa la línea de llegada mientras sigue hacia el objetivo. En caso de ser factible, se efectúan tres pruebas con no más de 20 segundos entre ellas. El mejor tiempo de los tres se puede tomar como valido. Se debe registrar si no es capaz de realizar los tres intentos. Alternativamente se debe cronometrar la cantidad de metros que pudo recorrer o contabilizar los pasos completados. Los pasos validos son aquellos en los que la planta del pie toca el suelo y los que entraron en el tiempo de corte del cronometro. En caso de que los sujetos usen ayuda marcha, estos se deben registrar teniendo en cuenta que sean los correctos.⁶⁷

IV.10.f. Prueba de Subir Escaleras (Stair Climb Test: SCT)

El objetivo de esta prueba es evaluar la capacidad del individuo para ascender y descender un tramo de escaleras. Se valora la fuerza y la potencia de los miembros inferiores junto con el equilibrio. Esta prueba tiene una serie de variaciones para diferentes poblaciones. Las mismas pueden ir en torno a la cantidad de escalones que se deben subir como el requisito de la tarea, ya sea solo ascender o combinado con descenso. También se puede cronometrar el tiempo en subir determinado número de escalones o la cantidad de ascensos de los mismos en un tiempo establecido. Otras de las variables es pedir que se realice la prueba lo más rápido posible o al propio ritmo del sujeto. Las comparaciones directas entre estudios con SCT requieren las especificaciones utilizadas durante la prueba. Estas incluyen también la profundidad y altura de los escalones como el uso de pasamanos y dispositivos de ayuda.⁶⁸

IV. 10. g. Prueba de pasos en cuatro cuadrados (Four Square Step Test: FSST)

Esta prueba consiste en que los sujetos cambien rápidamente de dirección, sorteando

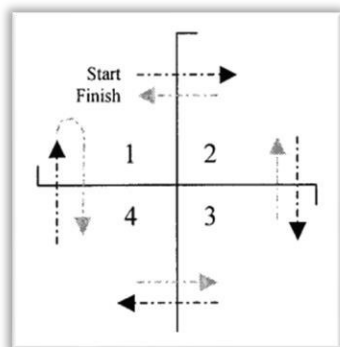


Figura 2: Extraída de A Clinical Test of Stepping and Change of Direction to Identify Multiple Falling Older Adults.⁶⁹

obstáculos muy bajos, mientras se cronometra el tiempo que demoran para completarla. El equipo necesario para el FSST requiere entonces, un cronometro y cuatro bastones de 2.5 cm de diámetro o de ancho y 90 cm de largo. Se formará con los bastones una cruz en el suelo para formar cuatro cuadrantes a los que se les asigna un número del 1 al 4 como se muestra en la figura 2. El sujeto se ubicará en el cuadrante número 1 y frente al número 2. El objetivo es dar pasos lo más rápido posible en el siguiente orden. 2, 3, 4, 1, 4, 3, 2, 1. Esta secuencia requiere que el sujeto nunca rote sobre su eje, siendo necesario dar pasos hacia delante, hacia

atrás, hacia la izquierda y la derecha. La puntuación de la prueba se registra como el tiempo necesario para completar la prueba. El cronometro se inicia cuando el primer pie toca el cuadrante 2 y finaliza cuando el ultimo pie toca el cuadrante 1. Las instrucciones que el sujeto debe seguir son completar el recorrido lo más rápido posible sin tocar los bastones y que ambos pies deben hacer contacto en cada cuadrante. Se le pide, además, que mire hacia delante si es posible durante la secuencia completa. Se realiza primero una prueba de práctica para que el sujeto aprenda el recorrido. Luego se toman dos pruebas y se selecciona el mejor tiempo. Se repite la prueba si el sujeto no completa la secuencia con éxito o si durante la prueba pierde el equilibrio o toca uno de los bastones. El sujeto debe usar calzado habitual y si no puede completar la prueba sin recurrir a los giros se le da igualmente una puntuación. Investigadores de esta prueba categorizaron a AM en dos grupos. Los que tenían caídas frecuentes (CF) y los que no tenían caídas frecuentes (NCF). En el grupo CF estaban aquellos sujetos que padecieron dos o más caídas en los últimos 6 meses. En el grupo NCF los que tuvieron menos de dos caídas en el mismo lapso de tiempo. Todos aquellos que demoraron más de 15 segundos para completar el FSST pertenecían al grupo CF. Los del grupo NCF tardaron menos de 15 segundos en completar la prueba.⁶⁹

IV.10.h. Prueba de levantarse de una silla en 30 segundos (30-s chair-stand test: 30SCST)

El 30SCST consta de contabilizar la cantidad de veces que un sujeto puede levantarse de una silla en 30 segundos. Esta prueba se emplea para evaluar la fuerza de la parte inferior del cuerpo de los AM. Se utiliza para la misma, una silla de 43 centímetros de alto, la cual debe colocarse contra una pared para evitar que se mueva durante el desarrollo de la prueba. Los sujetos a evaluar se sientan en el centro la silla y con la espalda recta. Los pies separados a la altura de los hombros y colocados ligeramente por detrás de las rodillas. Un pie debe estar un poco más adelantado que el otro para facilitar el equilibrio al momento de ponerse de pie. Los brazos deben estar cruzados y apoyados contra el pecho. Se le instruye al sujeto que al momento de percibir la orden de inicio se ponga de pie en una posición totalmente erguida y que luego vuelva a sentarse. Se debe repetir esta secuencia tantas veces como sea posible dentro del límite de tiempo de 30 segundos. La puntuación es la cantidad de repeticiones correctas (de pie totalmente recto y sentado correctamente antes de volver a incorporarse) que se realizan en ese lapso de tiempo. Existen otras pruebas que contabilizan el tiempo que se toma para realizar 10 o 5 levantamientos desde la silla (10CST o 5CST), pero esto genera que muchos AM no puedan ser evaluados ya que a veces no llegan a concretar ni un solo levantamiento. Esto se considera como un efecto suelo, lo que significa que el sujeto no cuenta con los requisitos para realizar la prueba. La ventaja del 30CST es que es posible evaluar una amplia variación de los niveles de habilidad con un rango que va desde 0 a 20 o más, en sujetos que son aptamente hábiles.⁷⁰

IV.10.i. Prueba de escalón (Step Test: ST)

El ST se desarrolló para satisfacer la necesidad de una prueba de equilibrio clínicamente útil que incorpore la postura dinámica de un solo miembro. Esta prueba ayuda a conocer la capacidad del individuo para realizar el desplazamiento lateral de su peso. Para este test, el sujeto a evaluar debe estar de pie a una distancia de 5 cm frente a un escalón de 7,5 cm de altura. El escalón debe tener aproximadamente 40 cm de largo y 30 cm de ancho. Se le indica la pierna que debe movilizar y que, al momento de recibir la orden, apoye todo el pie sobre el escalón para que luego lo regrese al piso lo más rápido

posible. Este movimiento lo debe repetir durante el tiempo establecido para la prueba que es de 15 segundos. El pie que se queda en el suelo no debe moverse de su posición inicial. Se contabilizan la cantidad de pasos completos que se realizan. Un paso completo comprende colocar el pie completamente arriba del escalón y luego bajarlo a la posición inicial. No se brinda apoyo a menos que el sujeto pierda el equilibrio durante la prueba. Si es así, se detiene el conteo en el número de pasos completados y se registra la puntuación. De lo contrario se registra el número de pasos realizados correctamente en el periodo de prueba completo. Se debe evaluar una pierna a la vez. A mayor número de pasos, mejor es el equilibrio del sujeto.⁷¹ (Ver figura 13 en anexo)

IV.10.j. La Escala de Equilibrio de Berg (Berg Balance Escala: BBS)

La BBS se desarrolló en 1989 para medir el equilibrio en el AM. La misma consta de 14 pruebas puntuadas de 0 a 4 en la cual 0 representa la incapacidad para realizar la prueba y 4 la capacidad de realizar la prueba completa y de forma independiente. Al final se suman los resultados de cada prueba para hacer una puntuación total que puede ir de 0 a 56. Una puntuación más alta indica un mejor equilibrio. Las pruebas son las siguientes: pasar de sedestación a bipedestación; permanecer en bipedestación sin apoyo durante 2 minutos; permanecer en bipedestación con los ojos cerrados; permanecer en bipedestación con los pies juntos; pasar de bipedestación a sedestación; estar en sedestación sin apoyar la espalda; transferencia con y sin apoyo; alcance hacia delante con brazo extendido; recoger objeto del suelo; voltearse para mirar detrás de uno mismo; girar 360 grados; colocarse en posición tadem; colocar un pie sobre un escalón y por último, permanecer apoyado sobre una pierna. Se ha encontrado que puntuaciones bajas en AM predicen la aparición de incapacidad para realizar actividades importantes de la vida diaria. Se puede esperar que AM de 69 años, sin ninguna condición de salud que afecte su equilibrio, tengan una puntuación en la BBS de 56. Este valor disminuye 0,75 puntos por año. La BBS no mide la calidad ni la velocidad de la marcha, por lo que puede ser una herramienta de menor utilidad, en aquellos casos en que el control motor tenga mayor vinculación con el riesgo de caídas que la que tendría la debilidad muscular.^{61; 72; 73}

IV.10.k. Escalas de Eficacia de Caídas (Falls Efficacy Scale: FES; Falls Efficacy Scale International: FES-I; The Short FES-I)

La eficacia percibida se puede definir como la percepción que tiene cada persona de su propia capacidad dentro de un dominio particular de actividades. La percepción de la eficacia de caídas representa el grado de confianza que tiene una persona para realizar tareas o actividades diarias sin caerse.⁷⁴ La FES fue desarrollada por Tinetti en 1990 como un instrumento para medir el miedo a caer. Se basó en la definición operativa del miedo como baja eficacia o confianza percibida para evitar caídas, tratando de evitar la dicotomía que lleva a una respuesta afirmativa o negativa al preguntar si tiene miedo. La escala cuenta con diez ítems de actividades diarias en las que se pregunta, en cada una de ellas, sobre el nivel de confianza que percibe al realizar cada de estas sin miedo a caer. La respuesta se cuantifica en una escala del 1 al 10 siendo un mayor valor equivalente a una menor confianza o eficacia. Las actividades sobre las que responden son: 1: tomar un baño o ducha; 2: alcanzar gabinetes o armarios; 3: preparar comidas que no requieran llevar elementos pesados o muy calientes; 4: caminar por la casa; 5: acostarse y levantarse de la cama; 6: contestar a la puerta o el teléfono; 7: sentarse y levantarse de una silla; 8: vestirse y desvestirse; 9: aseo personal; 10: sentarse y levantarse del inodoro.⁷⁵

Una de las dificultades que presenta FES es que mayoritariamente sus ítems son actividades básicas que solo los AM frágiles o con discapacidad tendrían dificultades para realizar. Esta no incluye tareas más exigentes que podrían ser el principal motivo de preocupación por caer entre AM activos.

Posteriormente se desarrolló la FES-I. Esta es una herramienta ampliamente aceptada para evaluar el miedo a caer. En esta evaluación se tienen en cuenta los miedos relacionados con las actividades sociales, ya que se ha demostrado que el miedo a las consecuencias sociales de una caída como puede ser la vergüenza, es tan común como el miedo a las consecuencias físicas por lesiones. Esta escala cuenta con un total de 16 ítems; los 10 originales del FES con algunas modificaciones y 6 nuevos. En esta prueba, cada ítem evalúa el nivel de miedo a caer en una escala de 4 puntos donde 1, 2, 3 y 4 representan respectivamente estar nada preocupado, algo preocupado, bastante preocupado, y muy preocupado. Esto puede dar un mínimo de 16 puntos y un máximo de 64. Las puntuaciones que van entre 16-19; 20-27 y 28-64 representan respectivamente tener niveles bajos, moderados y altos de preocupación.

Los ítems que se agregaron respecto a FES son: caminar sobre una superficie resbaladiza; visitar a un amigo o familiar; caminar en lugares muy concurridos; caminar sobre una superficie irregular; subir o bajar una pendiente, y concurrir a un evento social. Los ítems que se modificaron del FES fueron los números 4, 5, 9 y 10, quedando de la siguiente manera: Ir a la tienda; dar un paseo por el barrio; subir o bajar escaleras, y limpiar la casa. El ítem 2 se modificó por alcanzar algo por arriba de la cabeza o del suelo y al ítem 6 se le agregó que el teléfono sea atendido antes de que deje de sonar.^{76;77}

La Short FES-I utiliza solo 7 ítems, los cuales son: vestirse o desvestirse; tomar un baño o ducha; sentarse o levantarse de una silla; subir o bajar escaleras; alcanzar algo por encima de la cabeza o del suelo; subir o bajar una pendiente, y concurrir a un evento social. La forma de puntuar cada ítem es igual a la del FES-I. Tener una preocupación baja, moderada o alta se encuentra representada por puntuaciones entre 7-8; 9-13 y 14-28 respectivamente.^{77;78}

IV.10.l. Evaluación de la movilidad orientada al rendimiento (Performance-oriented movility assessment: POMA)

La evaluación POMA, también conocida como la prueba Tinetti Gait and Balance, es una herramienta de evaluación clínica, la cual se utiliza para conocer las habilidades de marcha y equilibrio en AM. La misma consta de dos partes. La primera, examina el equilibrio y se puede obtener una calificación de 16 puntos como máximo. La segunda parte, evalúa la marcha y se puede llegar a una puntuación máxima de 12. Posteriormente, ambos resultados se suman y las puntuaciones que llegan a estar entre 25 y 28 indican un bajo riesgo de caídas; las que están entre 19 y 24 representan un riesgo de caídas medio, y las que son menores a 19 implican un riesgo de caídas alto.⁷⁹

IV.10.m. Prueba de Tarea Doble (Dual-Task: DT Test)

Anteriormente se mencionó que los AM que presentan DCL tienen un mayor riesgo de caídas que aquellos que no poseen tales deficiencias. Las alteraciones de la marcha de los AM con DCL son similares a las que tienen aquellos AM con antecedentes de

caídas. Esto sugiere que la función ejecutiva, el control de la marcha y el riesgo de caídas se encuentran vinculados.⁶⁰

La tarea doble es una forma de función ejecutiva y se puede utilizar como evaluación del riesgo de caídas. La presencia de alteraciones en la marcha como la reducción de la velocidad en condiciones de tarea doble se encuentra asociada con el riesgo de caídas. Algunos de estos test se pueden realizar utilizando la prueba de TUG mientras se sostiene una taza con líquido o cuando se camina en línea recta mientras se realiza una tarea visuoespacial. Los cambios se califican con respecto al tiempo empleado para cumplir las pruebas o la efectividad de la segunda tarea asignada.⁸⁰

IV.10.n. Mini Examen del Estado Mental (Mini-Mental State Examination: MMSE)

El MMSE es una herramienta ampliamente utilizada para evaluar la cognición en general. La misma incluye 11 preguntas y solo se necesitan entre 5 y 10 minutos para ser administrada. Se divide en dos secciones y la primera solo requiere respuestas sobre orientación, memoria y atención. Esta parte se puede calificar con una puntuación máxima de 21. La segunda sección evalúa la capacidad de seguir ordenes verbales y escritas como la redacción de una oración de forma espontánea y la copia de un polígono complejo. Esta parte final tiene una puntuación máxima de 9, lo que sumado a la puntuación de la primera sección puede dar un resultado que este entre 0 y 30. El profesional que administra la prueba debe hacer que el paciente se sienta cómodo, estableciendo una buena relación y elogiando los éxitos. También debe evitar presionar sobre los aspectos que el paciente encuentra difíciles.^{81; 82}

IV.10.ñ. Prueba de empuje y liberación (Push and Release Test: PRT)

El PRT califica la respuesta postural del individuo. Para comenzar la prueba se le pide al sujeto a evaluar que se mantenga en bipedestación y con los ojos abiertos. Se le instruye, que en el momento que sea preciso, haga todo lo necesario para recuperar el equilibrio, lo cual incluye dar pasos en caso de ser necesario. El profesional que asiste en la prueba se coloca detrás del sujeto y al mismo tiempo brinda seguridad.

Posteriormente este último se reclina hacia atrás y se apoya sobre las palmas del asistidor, las cuales estarán ubicadas cada una a la altura de las escapulas del asistido. El profesional va flexionando los codos a medida que el tronco del sujeto se inclina, soportando el peso de este con sus manos. Cuando los hombros y las caderas llegan a una posición inestable, justo detrás de los talones, se genera el momento en el que el sujeto se torna dependiente del apoyo del profesional para no caer. Se decide entonces retirar la asistencia sin advertir el instante en el que se hará, evitando así, la preparación del evaluado. Para que la prueba se considere exitosa se debe dar un paso como mínimo para recuperar el equilibrio al momento de quitar el apoyo. La escala que se utiliza para valorar el equilibrio va de 0 a 4 y representa respectivamente lo siguiente: recuperar el equilibrio de forma independiente con un paso del largo y ancho normal; dar dos o tres pasos cortos hacia atrás y recuperar el equilibrio de forma independiente; dar cuatro o más pasos hacia atrás y recuperar el equilibrio de forma independiente; dar pasos y necesitar ser asistido para evitar una caída; caer sin intentar dar un paso o no poder ponerse de pie sin ayuda. Los pasos que se contabilizan son solo aquellos que el sujeto realiza para recuperar el equilibrio y no aquellos que se hacen para volver a posicionar los pies uno al lado del otro.⁸³ (Ver imagen 2 en anexo)

IV.10.o. Prueba de sentarse y levantarse del suelo (Sitting-rising test: SRT)

Poder sentarse y levantarse del suelo es una tarea funcional básica, la cual es requerida para la autonomía del individuo. La incapacidad para realizar esta acción se encuentra estrechamente relacionada con el riesgo de caídas. Asimismo, si se ha producido una caída, la aptitud para volver a estar en bipedestación es fundamental. El SRT evalúa la competencia musculoesquelética del individuo a través de la capacidad para sentarse en el suelo y levantarse del mismo. En esta prueba se asigna una puntuación parcial a cada una de las dos acciones requeridas, las cuales pueden tener un máximo de 5 puntos cada una. La misma se realiza sobre una superficie plana, no resbaladiza y en un espacio mínimo de 2 metros x 2 metros. El sujeto debe estar en bipedestación, descalzo y con ropa cómoda que permita libertad de movimientos. Se le instruye a que intente sentarse en el suelo y que luego se vuelva a parar. Debe utilizar para esto, el mínimo apoyo que crea necesario y no preocuparse por la velocidad de ejecución. Se resta un punto por

cada apoyo utilizado para la acción (mano, antebrazo, rodilla o costado de la pierna). Se resta medio punto si el evaluador percibe una ejecución inestable como una pequeña pérdida de equilibrio. También se descuenta un punto si el sujeto coloca una mano sobre la rodilla ya sea para sentarse o levantarse. Se permite cruzar las piernas para cualquiera de las dos acciones mientras que los lados de los pies no se usen de apoyo. Si el sujeto no llega a la puntuación máxima de 5 en alguna de las maniobras, el evaluador puede brindar consejos que puedan ayudar a mejorar el puntaje. Se considera entonces la mejor puntuación de aquellos intentos realizados.⁸⁴

IV.10.p. Senior Fitness Test (SFT)

El SFT fue desarrollado para evaluar la función física de los adultos sanos de más de 60 años, pero también, es utilizado en personas con demencia. La prueba evalúa fuerza, resistencia, equilibrio, flexibilidad y agilidad. Esto lo hace por medio de 6 pruebas funcionales que se califican por separado, las cuales se enumeran y describen a continuación. 1: el 30SCST; 2: flexiones de bíceps realizadas en 30 segundos con mano dominante y sentado en una silla, en el que los hombres levantan un peso de 3,63 Kg y las mujeres un peso de 2,27 Kg.; 3: caminata de 6 minutos en donde se registra la distancia conseguida (si esta última prueba no es factible, se reemplaza por la de marcha en el lugar durante 2 minutos donde se contabiliza la cantidad de pasos con levantamiento de rodilla a la altura media entre la rótula y la cresta iliaca); 4: flexión de tronco sentado en una silla, donde se coloca una pierna en flexión mientras la otra pierna se extiende apoyando el talón en el suelo, para que luego, con las palmas de las manos (extendidas, superpuestas y hacia abajo), se intente alcanzar los dedos de la pierna extendida (si los dedos de la mano no alcanzan los pies se mide la distancia asignando un valor negativo y si los sobrepasa, en valor será positivo); 5: se coloca una mano sobre el hombro homolateral y luego se coloca la otra mano por detrás de la espalda intentando que se toquen los dedos medios de ambas manos (al igual que la prueba anterior, si los dedos no se tocan la distancia tendrá valor negativo y si se supera será positivo). Por último, la prueba 6 es el TUG realizado con distancia de 2,45 m.

Los estándares de desempeño para la SFT se basan en los resultados obtenidos en más de 7000 AM de Estados Unidos. Se generaron así, modelos normativos para hombres y mujeres de entre 60 y 94 años. Los datos normativos proporcionan una referencia para

que los AM comparen sus capacidades físicas con las normas de la población. Los estándares de referencia proporcionan valores para predecir el riesgo asociado a la pérdida de independencia. Realizar la prueba completa puede demandar entre 30 y 40 minutos, lo que puede ser una limitación en algunos ámbitos clínicos.^{85; 86}

V. Metodología

El trabajo propuesto encuadra dentro de los modelos de tesina como informe de investigación. Para realizarlo se escogió material científico sobre fortalecimiento muscular dirigido al adulto mayor denominado sano o saludable y se relegaron artículos que incluyeran personas con condiciones de salud que puedan denominarse graves. El propósito de esto último, fue enfocar la revisión a un contenido abarcable, lo cual permitiera en la medida de lo posible, resultados claros y concisos. La búsqueda se efectuó en las bases de datos de PubMed; la Biblioteca Virtual de Salud, y la Biblioteca Electrónica de Ciencia y Tecnología del Ministerio de Ciencia y Tecnología. Esta labor se llevó a cabo mediante el uso de combinaciones de palabras clave MeSH; DeCS descritas en las tablas 3 y 4, que se encuentran en las páginas siguientes. La fecha del comienzo de la búsqueda fue el 15/03/2022 y se seleccionó material bibliográfico que no superó los 10 años de antigüedad de su fecha de publicación en relación al comienzo de la búsqueda.

Tabla 3: Diagrama de palabras clave utilizadas

PALABRA	TERMINO LIBRE	DeCS	MeSH
#1	ADULTO MAYOR	Anciano	"Aged"[Mesh]
#2	ENTRENAMIENTO DE FUERZA	Entrenamiento de Fuerza	"Resistance Training"[Mesh]
#3	CAÍDAS	Accidentes por Caídas	"Accidental Falls"[Mesh]
#4	SALUD PÚBLICA	Salud pública	"Public Health"[Mesh]
#5	FISIOTERAPIA	Modalidades de Fisioterapia	"Physical Therapy Modalities"[Mesh]
#6	ADAPATACIÓN	Adaptación Fisiológica	"Adaptation, Physiological"[Mesh]
#7	IMPACTO DEL TRATAMIENTO	Resultado del Tratamiento	"Treatment Outcome"[Mesh]
#8	ESTADO FUNCIONAL	Estado funcional	"Functional Status"[Mesh]

Tabla 4: Diagrama de combinación de palabras clave

	TERMINO	CONECTOR	TERMINO	CONECTOR	TERMINO
#9	#1	AND	#2	AND	#3
#10	#9	AND	#4		
#11	#9	AND	#5		
#12	#9	AND	#6		
#13	#9	AND	#7		
#14	#9	AND	#8	.	

VI. Contexto de análisis

Una revisión sistemática, publicada en el año 2022, buscaba conocer cuáles son los parámetros de ER que poseen mayor efectividad al momento de mejorar o mantener la fuerza muscular, conceptualizando a la vez, la relación entre la sarcopenia, las caídas y las consecuencias de estas en los AM. En la revisión se menciona que el entrenamiento de la fuerza con máquinas de resistencia parece óptimo para desarrollar o mantener la masa muscular, pero que no todos los AM pueden acceder a este tipo de aparatos. Se halló que los protocolos de ER que tuvieron las respuestas más efectivas para incrementar la fuerza y la morfología muscular fueron los que utilizaron frecuencias de 3 sesiones por semana; 2 o 3 series por ejercicio; entre 7 y 9 repeticiones, e intensidades que rondaban entre 50% y el 70% de 1RM. En base a lo anterior se recomendó que los programas de entrenamientos contengan 1 o 2 ejercicios dirigidos a los principales grupos musculares; entre 2 y 3 series; 5 a 8 repeticiones y de 2 a 3 sesiones semanales. Además, se menciona que se deben seguir principios de entrenamiento como la periodización y la progresión, incluyendo ejercicios de ejecución rápida y lenta que se centren en el desarrollo de la fuerza y la potencia muscular. Se refiere que estos ejercicios no deben verse principalmente como un tratamiento, sino como una forma de prevenir las caídas, las lesiones asociadas y las comorbilidades vinculadas con la sarcopenia. La revisión concluyó en que los programas de ejercicios deben incorporar el enfoque individualizado basado en el equipo existente, ya sea el peso corporal o máquinas de resistencia.⁸⁷

En un estudio publicado en el año 2021 participaron 67 mujeres con edades de 67,2 +/- 1,1 años. El objetivo del mismo fue determinar la relación entre la fuerza muscular del tronco y la capacidad de equilibrio en condiciones de tarea simple y tarea doble. La prueba de equilibrio con tarea simple se realizó sobre una placa de fuerza en posición semitadem. Para la tarea doble se procedía de igual manera, pero se les pedía a los participantes que cuenten desde 300 hacia atrás y de 3 en 3. La evaluación de fuerza se realizó de forma isométrica sobre los extensores, flexores y flexores laterales del tronco mediante un dinamómetro. Se constató en estas participantes que hay una relación moderadamente significativa entre la fuerza extensora del tronco y el equilibrio estático. Asimismo, se pudo observar que esta relación se vuelve menos significativa en condiciones de tarea doble. Se verificó además que el equilibrio estático no se

correlaciono con la fuerza de flexión anterior ni lateral del tronco. Se concluyo, que dado el efecto positivo que tiene una mayor fuerza del tronco sobre el equilibrio de las mujeres mayores, se puede plantear que el fortalecimiento del tronco podría contribuir a la reducción de la incidencia de caídas y las consecuentes complicaciones en AM mujeres. Se menciona que se necesitan más estudios longitudinales para definir estrategias de entrenamiento que mejoren el equilibrio y el rendimiento funcional y disminuyan el riesgo de caídas de los AM.⁸⁸

Un estudio publicado en el año 2013 tuvo como objetivo investigar el efecto del entrenamiento de fuerza del tronco sobre las medidas de movilidad de la columna; la variabilidad de la marcha; el equilibrio dinámico; la fuerza del tronco, y la movilidad funcional en los AM. Para esto fueron reclutados 32 AM físicamente activos (entre 10 y 14 horas/semana de AF), los cuales fueron asignados aleatoriamente entre dos grupos. Se formó un grupo de entrenamiento de fuerza del tronco con 16 participantes (edad media 70,8+/- 4,1 años; 8F, 8M) y un grupo control con los otros 16 participantes (edad media 70.2+/- 4,5 años; 9F, 7M). El programa de entrenamiento duraba 9 semanas. El mismo consistía de dos sesiones semanales de 60 minutos de duración; 10 minutos de calentamiento con ejercicios de fuerza del tronco, y 5 minutos finales de estiramiento de los músculos trabajados. Los ejercicios siempre se realizaron en posiciones supina, prono, cuadrúpeda o de lado. El objetivo de esto era evitar cambios repentinos de posición como pasar de bipedestación a sedestación o viceversa. (Los ejercicios se describen en la figura 3). La intensidad del entrenamiento aumentó progresivamente de forma individual mediante cambios en las longitudes de palanca; los rangos de movimiento; la velocidad de ejecución, y el uso de elementos de inestabilidad. Se realizaron entre 3 y 4 series de entre 15 y 20 segundos de contracción en los ejercicios isométricos y entre 15 y 20 repeticiones en los ejercicios dinámicos. Los descansos entre series eran de 30 segundos y de 2 a 3 minutos entre ejercicios. El grupo control no realizó ninguna actividad nueva relacionada con ejercicios físicos o actividad deportiva. Se realizaron evaluaciones antes y después de la realización del programa. Las mismas fueron la FRT; TUG; la movilidad de la columna en cuanto a la máxima flexión y extensión en el plano sagital, y la máxima flexión derecha e izquierda en el plano coronal. También se evaluó la fuerza voluntaria máxima determinada en condiciones isométricas de los músculos del tronco en 6 direcciones: flexión y extensión en plano sagital; flexión a ambos lados en plano coronal, y rotación derecha e izquierda. Al

finalizar el programa se encontró en los participantes activos un aumento significativo de la fuerza de los músculos flexores, extensores, rotadores y flexores laterales del tronco. También se observaron mejoras en la movilidad de la columna, en el FRT, en la prueba TUG y en la velocidad de la zancada. El grupo control por el contrario no mostro ningún cambio que fuera significativo.⁸⁹

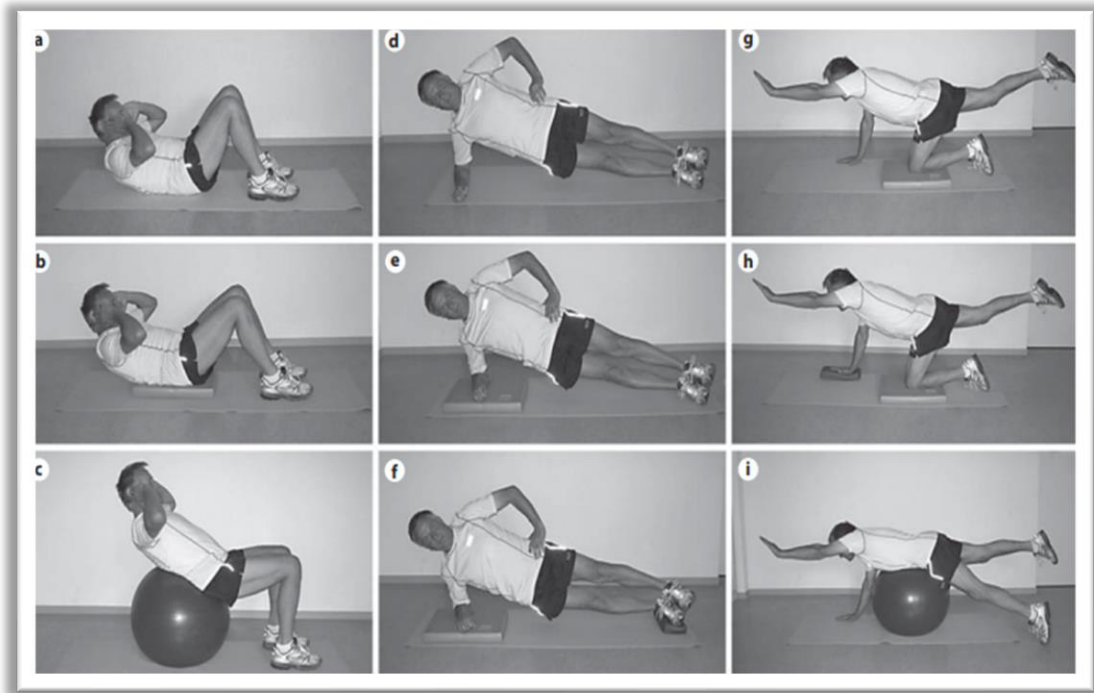


Figura 3: Progresión de los ejercicios: en flexión a-b-c/ puente lateral d-e-f/ cuadrupedia de g-i-h. Extraída de Effects of Core Instability Strength Training on Trunk Muscle Strength, Spinal Mobility, Dynamic Balance and Functional Mobility in Older Adults.⁸⁹

Una revisión sistemática de la literatura existente entre los años 1972 y 2013 publicada en el año 2013, se propuso reportar la relación entre el déficit de la fuerza muscular del tronco; el equilibrio; el rendimiento funcional, y las caídas en los AM. Se encontraron correlaciones entre estos temas y se informó que pareciera que la relación entre la fuerza muscular del tronco y la ocurrencia de caídas se vuelve más significativa con la edad. Además, se constató que el entrenamiento de fuerza del tronco conlleva a mejoras en el equilibrio y el rendimiento funcional, mostrando un promedio de ganancia de fuerza del 30% y mejoras en el equilibrio y el rendimiento funcional del 23% promedio.⁹⁰

En un estudio publicado en el año 2019 se propuso analizar los efectos a largo plazo del entrenamiento de fuerza sobre la movilidad funcional, el equilibrio y el miedo a caer de los AM. Para esto se utilizaron dos métodos de entrenamiento diferentes. El

entrenamiento de fuerza simple o tradicional (EF) y el entrenamiento de fuerza sobre superficie inestable (EFI). Se reclutó para este estudio a 64 AM (promedio de edad: 67.79 +/- 5.26 años; 58F y 6M) que vivían en la comunidad. Los mismos se asignaron de forma aleatoria entre tres grupos (14 a grupo control; 25 a grupo EF; 25 a grupo EFI). Se diseñó para la investigación un programa de entrenamiento, el cual fue ejecutado por los grupos EF y EFI durante 24 semanas. El programa incluía los siguientes 7 ejercicios: prensa de piernas con rango de movimiento de 45°; prensa de pecho horizontal con mancuernas; remo unilateral con mancuernas; plancha; puente, y ejercicios abdominales. La prescripción era de 3 sesiones semanales en días no consecutivos; de 2 a 5 series por ejercicio; un rango de repeticiones que iba entre 7 y 12, e intervalos de recuperación entre series que estaban entre 60 y 150 segundos. El ajuste y la progresión de las cargas se realizó de acuerdo con el American College of Sports Medicine. A diferencia del grupo EF, el grupo EFI realizó el protocolo sobre elementos que generaban cierta inestabilidad como el BOSU, pelotas suizas y discos de equilibrio. Para evaluar los resultados del programa se utilizaron una versión del BBS; el TUG; el SRT, y una versión brasileña de FES-I. Las mismas se implementaron al comienzo del protocolo, a la semana 12 y a la semana 24. Al finalizar el programa los participantes de ambos grupos de entrenamiento presentaron mejoras en el equilibrio, pero el grupo EFI mejoró la movilidad funcional y redujo la preocupación de caer. Estos resultados se detallan en la siguiente tabla.⁹¹

	ST (n = 25)			UST (n = 25)			Control (n = 14)		
	Baseline	12 wk	24 wk	Baseline	12 wk	24 wk	Baseline	12 wk	24 wk
BBS	50.91 ± 0.58	54.45 ± 0.38	54.03 ± 0.44	50.50 ± 0.71	53.88 ± 0.46	54.74 ± 0.27	50.36 ± 0.26	52.57 ± 0.64	52.36 ± 0.26
TUG	13.48 ± 0.74	12.38 ± 0.52	13.02 ± 0.49	12.20 ± 0.40	11.82 ± 0.44	11.18 ± 0.37	12.14 ± 0.45	13.43 ± 0.64	13.57 ± 0.66
SRT	5.34 ± 0.50	5.91 ± 0.44	6.41 ± 0.34	5.25 ± 0.62	5.55 ± 0.51	6.90 ± 0.40	4.21 ± 0.61	3.64 ± 0.57	4.86 ± 0.41
FESI	27.50 ± 1.53	24.83 ± 1.51	24.14 ± 1.30	28.60 ± 2.39	24.96 ± 1.60	22.75 ± 1.79	29.79 ± 2.38	28.36 ± 1.89	28.21 ± 1.75

Tabla 5: Resultados descriptivos (media ± desviación estándar) de EF a largo plazo con y sin dispositivos inestables sobre el equilibrio, la movilidad funcional y la preocupación por las caídas en AM. Extraída de Effect of 24-week strength training on unstable surfaces on mobility, balance, and concern about falling in older adults.⁹¹

Un estudio publicado en el año 2016 se propuso contrastar los efectos de dos modos de ER. Por un lado, el que utiliza interfases inestables entre el individuo y el suelo o la máquina de entrenamiento (ERI). Por otro lado, ER tradicional o en superficies estables (Con fines prácticos se nombrará ERE). Estas comparaciones se realizaron sobre

variables de fuerza y potencia muscular y el equilibrio proactivo, dinámico y reactivo de AM sanos que viven en la comunidad. La fuerza muscular se evaluó con una prueba de fuerza máxima isométrica de extensión de pierna y prensión manual. La potencia se evaluó con la CST y SCT. El equilibrio proactivo se evaluó con la prueba de TUG y la FRT. El equilibrio dinámico se evaluó en una pasarela de 10 metros donde se observaban las variables longitud, velocidad y ancho de la zancada, junto con el tiempo de doble apoyo. El equilibrio reactivo se evaluó con la PRT. Para llevar a cabo el estudio se conformaron tres grupos de AM. Dos grupos de ERI, uno que utilizó máquinas de entrenamiento (M-ERI) y otro que utilizó pesas (W-ERI). El tercer grupo realizó ERE también con máquinas de entrenamiento (M-ERE). La función de este último era formar un grupo de control activo. Los tres grupos entrenaron durante 10 semanas. Este periodo se dividió en 4 etapas (ET) conformadas por la semana 1 (ET1), las semanas 2, 3 y 4 (ET2), las semanas 5, 6 y 7 (ET3) y las semanas 8, 9 y 10 (ET4). Al finalizar la ET1, ET2 y ET3, las cargas de entrenamiento se incrementaban. Al mismo tiempo se cambiaron las interfases en los grupos M-ERI y W-ERI por otras que generaron un mayor grado de inestabilidad. Los tres grupos realizaban dos sesiones de 60 minutos por semana en días no consecutivos. En el grupo M-ERE, 27 de 29 AM terminaron el protocolo (17F,10M; 71,3+/-4,1 años); en el grupo M-ERI fueron 26 de 28 AM (13F, 13M; 70+/-4,4 años) y en el grupo W-ERI fueron 22 de 26 AM (13F, 9M; 69,8+/-4,3 años) los que pudieron finalizar.

Los protocolos para M-ERI y M-ERE era el siguiente: ET1: sentadilla en maquina (SM) con bajo peso no especificado y flexión de rodilla (FXR) de 150°; prensa en maquina (PM) con FXR de 90° y bajo peso no especificado; ergómetro (E) con carga de 1 Watt/kilogramo de peso corporal (W/Kg pc), 2 series de 2 minutos. ET2: SM y PM con FXR de 120° y 90° respectivamente y donde ambos ejercicios comprendían 2 series de 12 repeticiones con carga de 50% 1RM; E con carga 1,25W/Kg pc con 2 series de 2 minutos; cinco pasadas de 10 metros de caminata (EC10) con pesas equivalentes al 10% del pc. ET3: SM y PM se realizaban con 3 series, 12 repeticiones, carga del 60% 1RM y FXR igual que ET2; E con 1,5W/Kg pc con 2 series de 2 minutos; EC10 con cinco pasadas y carga del 15% del pc. ET4: SM y PM realizaban 4 series, 12 repeticiones, carga del 60% 1RM y FXR igual a ET2; E con 1,75W/Kg pc y 2 series de 2 minutos; EC10 con cinco pasadas y carga del 20% del pc. El grupo M-ERI adicionalmente realizo en ET1 el EC10 con peso no especificado y a partir de ET2 sumó ejercicio de puente (EJP) con el mismo número de series, repeticiones y cargas que se usaban en

cada una de las respectivas etapas. El grupo W-ERI realizó el siguiente protocolo: sentadilla con pesas (Sm); estocada al frente con pesas (ESF) en reemplazo de PM; EC10; E, y EJP. Todas las etapas con la misma cantidad de series, repeticiones y cargas que el protocolo M-ERI, así como las respectivas modificaciones de las cargas y el aumento de la inestabilidad al final de ET1, ET2 y ET3.

En las evaluaciones finales se constató que todos los grupos mostraron mejoras en la fuerza y la potencia muscular de los miembros inferiores, pero con un mayor incremento de la fuerza con el protocolo M-ERI y un mayor incremento de la potencia con el protocolo W-ERI. La fuerza de prensión manual no mostro una mejora significativa en ningún caso. Hubo mejoras en la velocidad y la longitud de la zancada sin diferencias significativas entre los grupos, al igual que en la PRT. En la evaluación del equilibrio con la FRT en superficie estable e inestable, todos los grupos mostraron mejoras, pero el protocolo W-ERI tuvo los mejores resultados. En la prueba de TUG todos los grupos obtuvieron mejoras similares. Se evaluó la carga de entrenamiento en la última semana para los ejercicios de sentadilla de los tres protocolos. El grupo M-ERE, M-ERI y W-ERI finalizaron con cargas de 52 ± 13 Kg; 56 ± 16 Kg, y 20 ± 16 Kg respectivamente. El estudio refiere que, si bien no hay una diferencia muy marcada entre el ERI y el ERE en esta última evaluación, existe una ventaja que se puede aprovechar al levantar un menor peso con el protocolo W-ERI, que se compensa con el trabajo que generan los elementos de inestabilidad.⁹²

En un estudio publicado en el año 2018 se propuso conocer el impacto del entrenamiento de fuerza (EF) y el entrenamiento potencia (EP) de los músculos aductores (AD) y abductores (AB) de cadera en los AM. Los entrenamientos propuestos eran de bajo volumen y el efecto que se pretendió analizar recayó sobre dos puntos. En primer lugar, el rendimiento neuromuscular y mecánico durante las contracciones musculares isométricas máximas y voluntarias. En segundo lugar, la recuperación del equilibrio lateral ante perturbaciones en diferentes condiciones iniciales de precarga de la extremidad inferior. Estos parámetros se evaluaron respectivamente mediante un dinamómetro y un sistema de tracción de cintura motorizado. Este estudio refiere que dar un paso o estirarse para agarrar superficies estables, son acciones comunes y estabilizadoras del equilibrio ante alteraciones posturales externas. La falta de eficacia de estos movimientos se debe a una baja producción de potencia, la cual es de gran importancia durante la transferencia de peso en el momento de la marcha.

Para el mencionado estudio se reclutaron dieciocho AM que vivían en la comunidad (8 masculinos, 10 femeninos) y se asignaron aleatoriamente a un grupo de entrenamiento de fuerza de cadera (EFC; 3M, 5F, edades de 71,6 +/- 1,7 años) o a un grupo de entrenamiento de potencia de cadera (EPC; 5M, 5F, edades de 72,1 +/- 1,3 años).

Cada uno de los grupos realizó un ejercicio para AB y otro para AD. Se trabajó con una extremidad a la vez mientras estaban de pie y utilizando una máquina de entrenamiento funcional de resistencia. Cada protocolo duró 8 semanas con 3 sesiones semanales de 3 series y 10 repeticiones por ejercicio. Las sesiones duraban aproximadamente 15 minutos. El nivel de carga se fijó en el 75 % de 1RM, la cual se evaluó en la primera sesión y se repetía cada dos semanas para mantener la carga de resistencia en un nivel de desafío progresivo.

Mientras que el grupo EFC realizó cada repetición a baja velocidad, de aproximadamente 2 segundos de fase concéntrica y 3 segundos de fase excéntrica, el grupo EPC recibió instrucciones de realizar cada repetición a su máxima velocidad.

El estudio demostró que el EPC mejoró tanto el rendimiento muscular AD y AB máximo aislado de la cadera, como el control neuromuscular para la recuperación del equilibrio a través de pasos protectores. No se observaron mejoras en el rendimiento neuromuscular isométrico máximo en el grupo EFC. El estudio concluyó, que si bien, este resultado contrasta con hallazgos generales vistos en otros programas de EF, esto posiblemente se deba a los mecanismos neuromusculares de producción de fuerza inherentes a velocidades de ejecución lentas. Es entonces que el grupo EFC requeriría una dosis de entrenamiento mayor que la que se utilizó en este enfoque para poder mejorar el rendimiento neuromuscular isométrico máximo.⁹³

Una revisión sistemática publicada en el año 2021, tuvo como objetivo desarrollar sugerencias de ER y EP con el fin de prevenir la fragilidad de los AM que viven en la comunidad. Las recomendaciones se basaron en los efectos que estos tipos de entrenamiento tienen sobre la movilidad, el rendimiento físico y las ganancias de fuerza y potencia muscular. Estas capacidades tienen una fuerte vinculación con el riesgo de caídas. En principio se hicieron dos recomendaciones. En primer lugar, que el EP se haga al comienzo de una sesión de ejercicios donde la fatiga aún no aparece o es mínima. En segundo lugar, que el EP debe centrarse en grandes grupos musculares, usar un rango completo de movimiento y permitir la máxima generación de velocidad. En cuanto al ER se indica que puede aplicarse tanto en grupos musculares grandes como en

pequeños. Sobre la intensidad, se menciona que el ER con intensidades altas es más eficaz para mejorar la fuerza muscular que aquellas moderadas o bajas. De igual forma, se indica que se pueden alcanzar mejoras sustanciales en la fuerza muscular y la función física con intensidades bajas repetidas hasta el fallo. La revisión refiere que la presión arterial puede aumentar significativamente cuando se realizan ejercicios hasta el fallo, sobre todo con los miembros inferiores. Es por eso que se hace hincapié en que los programas de ER se deben basar en repeticiones submáximas, principalmente cuando son ejecutadas por AM con trastornos cardiovasculares preexistentes. Se menciona que la carga óptima para el EP existe en algún punto específico en dirección a la carga máxima. Esto implica que se deben levantar cargas más livianas que para el ER tradicional. Se ha indicado que hubo mejoras similares de la fuerza muscular en distintos grupos de AM después de someterse a programas de EP con cargas del 20%, 50% y 80% de 1RM. El EP con cargas altas puede inducir a la fatiga rápidamente, lo que perjudica el normal desarrollo de los demás ejercicios. En cuanto al volumen de ejercicio se menciona que no se han observado diferencias significativas entre el bajo (1 serie) y el alto volumen (3 series) de entrenamiento, en relación al rendimiento físico y las ganancias de fuerza de AM principiantes (primeros tres meses de ER). Por el contrario, sí se observaron ganancias significativas con volúmenes altos luego de 20 semanas de entrenamiento. Se menciona que una frecuencia de 4 sesiones semanales puede generar beneficios adicionales, pero esto es difícil de implementar.

Sobre el intervalo de descanso (ID), el estudio refiere que entre 60 y 120 segundos puede ser suficiente para conseguir beneficios neuromusculares entre los AM no entrenados. Los ID mayores a 120 segundos pueden ser necesarios con la progresión.

Por último, se menciona que los ejercicios se pueden realizar en cadena cinemática cerrada (CCC), ya que esto genera un mayor reclutamiento de los músculos agonistas durante pruebas máximas. Además, la CCC genera mejoras superiores en el equilibrio dinámico y en la reducción del riesgo de caídas, en comparación con los ejercicios de cadena cinemática abierta (CCA). Los ejercicios en CCC son multiarticulares y pueden generar altos niveles de potencia muscular al activar grupos musculares principales.⁹⁴

En un estudio de caso publicado en el año 2020, se propuso investigar la efectividad de un programa de ER para disminuir del riesgo de caídas y aumentar la densidad mineral ósea (DMO). El programa estaba enfocado principalmente en el EP. Para el estudio se reclutó a una mujer de 70 años de edad, pos menopáusica, con osteoporosis y alto riesgo

de caídas. La misma no tenía antecedentes de salud graves y era independiente en las

Exercise	Sets	Time (s)	Load (lbs)
Week 1 (beginning of preparatory training phase)			
Treadmill (2.5–3.5 mph)		600	
Hamstring and Calf Stretch	3	30 per set	
Side-lying Hip External Rotation	3		0
Leg Press	3		95
Elbow Flexion	3		3
Elbow Extension (Cable)	3		5
Seated Rows (Cable)	3		15
Seated Shoulder Extension (Cable)	3		5
Supine Bridges	3		0
Heel Raises	3		0
Romberg Stance	3	60	
Week 8 (completion of preparatory training phase)			
Treadmill (2.5–3.5 mph)		600	
Hamstring and Calf Stretch	3	30 per set	
Side-lying Hip External Rotation	3		5
Leg Press	3		125
Elbow Flexion	3		5
Elbow Extension (Cable)	3		7
Seated Rows (Cable)	3		30
Seated Shoulder Extension (Cable)	3		15
Supine Bridges	3		10
Heel Raises	3		10
Single-leg Stance	3	5–15	
Week 9 (beginning of power-based training phase)			
Treadmill (2.5–3.5 mph)		10	
Hamstring and Calf Stretch	3	30 per set	
Sit to Stands (18-in chair)	3	60	10
Forward Step-ups (8-inch step)	3	60	5
Lateral Step-downs (8-inch step)	3	60	5
Standing Hip Abduction	3	60	2
Standing Hip Extension	3	60	2
Lat Pulldown	3	60	25
Leg Press	3	60	130
Reactive-stepping Activity	10		
Week 52 (completion of power-based training phase)			
Treadmill (2.5–3.5 mph)		10	
Hamstring and Calf Stretch	3	30 per set	
Sit to Stands (18-in chair)	3	60	40
Forward Step-ups (8-inch step)	3	60	20
Lateral Step-downs (8-inch step)	3	60	15
Standing Hip Abduction	3	60	8
Standing Hip Extension	3	60	8
Lat Pulldown	3	60	65
Leg Press	3	60	175
Reactive-stepping Activity	10		

Tabla 6: Información de volumen y carga para los ejercicios que componen el entrenamiento de 12 meses. Extraída de Power training improves bone mineral density and fall risk for a postmenopausal woman with a history of osteoporosis and increased risk of falling: A case report.⁹⁵

fue de 44 semanas donde se realizó una sesión por semana bajo supervisión y luego entre 2 y 3 sesiones semanales sin supervisión. La paciente informó cumplimiento de por lo menos una sesión semanal en promedio de las realizadas en el hogar durante los 12 meses del programa. En esta etapa se ejecutó EP y se hizo hincapié en aplicar la velocidad máxima en la fase concéntrica. Esto se logró pidiéndole a la paciente que inicie el levantamiento de forma explosiva tantas veces como sea posible durante 60 segundos. Cada ejercicio comprendía 3 series. Las cargas aumentaban cada 6 semanas para mantener la progresión del estímulo (En esta etapa se realizó un ejercicio de pasos reactivos, que requería que la paciente mantuviera el equilibrio con su centro de

AVD. El programa de ER propuesto duró 12 meses y el mismo se dividió en dos etapas. (Descripción de los ejercicios de ambas etapas en tabla 4) La primera, comprendió 8 semanas donde se realizaron 2 sesiones semanales de EF, en el cual, las fases concéntricas y excéntricas de los ejercicios duraban 3 segundos cada una. Se realizaban 3 series con cargas que permitían entre 8 y 15 repeticiones hasta el fallo muscular (Esta etapa también incluyó ejercicios de equilibrio con postura de Romberg, con 3 series de 60 segundos, que luego progresaban a posturas semitadem, tadem y apoyo unipodal). La segunda etapa

gravedad por fuera de su base de sustentación). Al finalizar el programa se constató que hubo un aumento de 24% y 29% de la DMO en la columna lumbar y el cuello femoral respectivamente. Además, se observó una importante mejora en el equilibrio que se constató utilizando la prueba DGI, ya que paso de una puntuación inicial de 14 a una de 21 después de finalizado el programa. Este estudio concluyó en que un EP podría reducir el riesgo de fracturas en mujeres con osteoporosis al reducir el riesgo de caídas y el posible impacto de las mismas al tener una mayor DMO. Vale mencionar, que antes de la intervención a la paciente se le recetó 70 mg de bisfosfonato una vez por semana e ingería suplementos de calcio y vitamina D de forma diaria.⁹⁵ Los bisfosfonatos inhiben la resorción ósea y son comúnmente utilizados para tratar la DMO reducida.⁹⁶

Un estudio publicado en el año 2017 se propuso evaluar los cambios inducidos por un programa de entrenamiento de fuerza máxima (EFM), en la morfología del musculo esquelético y en la eficiencia de trabajo durante la marcha (ETDM) de los AM. Asimismo, se gestó en paralelo un programa de entrenamiento de fuerza convencional (EFC) con el fin de comparar y evaluar los resultados de ambos. Los protocolos de entrenamiento duraron 8 semanas. Se conformaron para esto los siguientes tres grupos: el grupo AMM (11 AM; edad media de 72 \pm 3 años; talla de 175 \pm 6 cm; peso de 82 \pm 12 Kg); el grupo AMC (7 AM; edad media 74 \pm 6 años; talla de 180 \pm 4 cm; peso de 87 \pm 7 Kg), y el grupo AJM (13 adultos jóvenes; edad media de 24 \pm 2 años; talla de 180 \pm 7 cm; peso de 81 \pm 13 Kg). Todos los participantes eran hombres y realizaban ejercicios entre 1 y 3 veces por semana, pero ninguno hacia EF. El grupo AMM y el AJM participaron de un protocolo de EFM y se sometieron a evaluaciones antes y después de cumplimiento del protocolo de 8 semanas. Se evaluaron el índice de masa corporal; la morfología de la fibra muscular mediante una biopsia del vasto lateral; la ETDM mediante el cálculo del cociente entre la tasa de trabajo y el volumen de oxígeno; la tasa de desarrollo de fuerza (RFD), y la fuerza máxima. El grupo AMC realizó un EFC y también se sometió a la biopsia antes y después del cumplimiento del protocolo. El protocolo de EFM fue el siguiente: sentadilla con máquina con 3 sesiones semanales, 4 series con 4 repeticiones y una carga de 85-90% de 1RM. Se partía de 180° y se progresaba de forma excéntrica hasta detenerse a los 90° de flexión de rodilla, luego se realizaba una movilización concéntrica aplicando rápidamente la máxima fuerza posible. Se aumentaba la carga en 5 Kg si el sujeto era capaz de realizar más de 4 repeticiones. Los descansos entre series eran de entre 3 y 4 minutos. El EFC consistía

en realizar 3 sesiones semanales con 4 series de 12 repeticiones y con el mismo ejercicio que el protocolo anterior. En este caso se utilizaba una velocidad lenta tanto para la fase excéntrica como para la concéntrica. La carga utilizada esta vez era del 70-75% de 1RM. Al finalizar las 8 semanas de entrenamiento el grupo AMM no aumento su masa corporal, pero si lo hizo el grupo AMC. Antes de realizar el EFM el grupo AMM, en comparación con el grupo AJM, tenía un porcentaje menor de fibras musculares tipo II (FMT2) y un porcentaje mayor de fibras musculares tipo I (FMT1). Luego del EFM el grupo AMM aumento el porcentaje de FMT2 y hubo una disminución del porcentaje de FMT1 (Figura 4). Los grupos AMM y AJM tuvieron porcentajes similares en ambos tipos de fibras en la evaluación final, pero, además, aumento el tamaño de las FMT2, mientras que el tamaño de las FMT1 se mantuvo constante (Figura 5). No hubo diferencias significativas en las proporciones finales de la distribución de ambas fibras musculares en los grupos AMM y AMC, aunque este último, se diferenció en un aumento del tamaño de las FMT1. El grupo AMM obtuvo mejoras significativas en fuerza máxima y en RFD. También se observó una disminución en el costo de oxígeno y la consiguiente mejora en la evaluación de la ETDM en los grupos AMM y AJM.⁹⁷

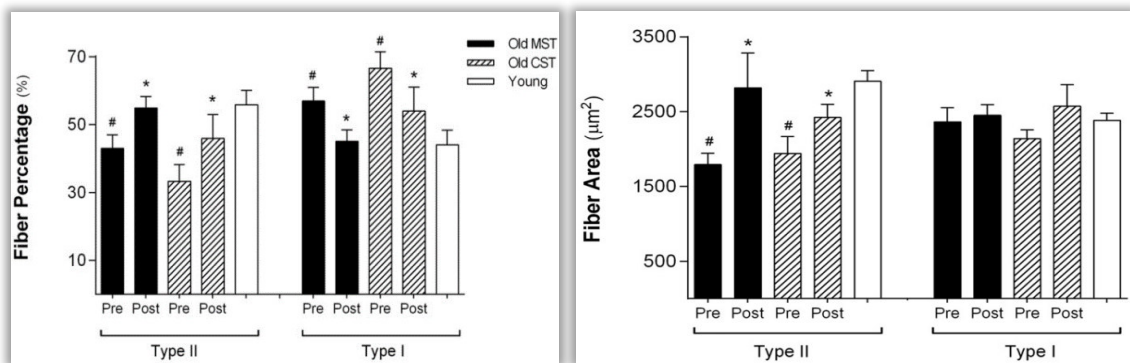


Figura: 4 (izquierda) y 5 (Derecha): Morfología de las fibras musculares antes y después del entrenamiento de fuerza máxima (MST) y del entrenamiento de fuerza convencional (CST) centrado en la hipertrofia, en sujetos mayores en comparación con jóvenes. Porcentaje de las fibras (F4) y área de las fibras (F5). Extraídas de Impact of maximal strength training on work efficiency and muscle fiber type in the elderly: Implications for physical function and fall.⁹⁷

Un estudio publicado en el año 2014 se propuso evaluar la fuerza y los niveles séricos de Troponina T (TnT) de los AM, antes y después de participar en dos programas diferentes de EF. Los programas duraban 10 semanas y comprendían una sesión semanal de ejercicios de fortalecimiento con bandas elásticas o mancuernas, como así también, ejercicios de estiramiento y resistencia. Ambos programas eran comunitarios y estaban dirigidos a los AM. El estudio no hacía foco en las variables de entrenamiento

de los programas, sino en los efectos específicos de los mismos. La evaluación de la fuerza se realizó con una prueba de prensión manual mediante un dinamómetro y con el 30SCST, entre otras.

De los 55 AM que completaron los programas de EF, 34 fueron los que se pudieron someter a las evaluaciones de los biomarcadores debido al difícil acceso de sus venas.

Se refiere en el estudio, que las troponinas son un conjunto de proteínas reguladoras muy importantes en el proceso de contractilidad de los tejidos musculares cardíacos y esqueléticos. Estas y otras proteínas de la maquinaria contráctil no se encuentran normalmente en la sangre, excepto en cantidades mínimas debido al recambio muscular normal. El músculo esquelético está rodeado por capas de tejido conectivo y cuando estas se dañan, pueden permitir que componentes internos del músculo como la TnT se filtre al espacio vascular, lo cual debe interpretarse como patológico.

Al cumplirse las 10 semanas de EF, ambos programas obtuvieron mejoras similares en las pruebas físicas. De modo relevante, los valores séricos de TnT alcanzaron importantes mejoras. Estos últimos disminuyeron en un 56%, lo que indica una mayor resistencia muscular. Se menciona que los niveles de TnT en sangre podrían ser un parámetro para evaluar la respuesta favorable del músculo esquelético al ER, en caso de que estos niveles disminuyan. Si se originara un aumento o se mantienen los niveles, podría indicar un exceso en las cargas del entrenamiento.⁹⁸

En una revisión sistemática publicada en el año 2017 se propuso realizar un análisis sobre dos cuestiones. En primer lugar, conocer como los aspectos neuromusculares del envejecimiento típico contribuyen colectivamente en la alteración de la movilidad; la reducción de la potencia muscular, y el consecuente aumento del riesgo de caídas de los AM. En segundo lugar, hacer una valoración de la literatura vinculada al EP y su ventaja potencial sobre el EF para la mejora del rendimiento funcional.

Se menciona en la revisión que, entre las alteraciones neuronales, se han encontrado variaciones en la morfología de las neuronas corticales, con informes de reducción de hasta un 43% del volumen del cuerpo neuronal cortical, en personas mayores de 65 años. En adición, también se menciona la pérdida de integridad y longitud de axones mielinizados del cerebro.

La pérdida de neuronas motoras inferiores y la reducción del número de células de Schwann en el Sistema nervioso periférico (SNP), también ha sido documentado. Esto

da como resultado un enlentecimiento de la conducción axonal y una menor eficacia en la transmisión de las ordenes motoras, lo cual se vuelve problemático a la hora de responder ante perturbaciones del equilibrio.

Se han indicado alteraciones en las vías reflejas inhibitorias del AM con reportes de aumento en la coactivación de los músculos antagonistas durante la marcha. Se cree que lo antes mencionado sería un mecanismo compensatorio para conseguir una marcha más estable, pero esto conlleva a la reducción de la potencia muscular agonista, lo que limita una vez más, la velocidad de respuesta ante una perturbación del equilibrio.

En cuanto a la atrofia muscular, se menciona que el estrés oxidativo y la inflamación crónica pueden dañar los axones motores. Son particularmente vulnerables los axones motores tipo II, debido a sus mayores demandas metabólicas y a una menor presencia de enzimas oxidativas. En la revisión, también se hace referencia a cambios a nivel molecular que afecta la estructura y función de la actina y la miosina. Se observaron disminuciones de hasta un 25% en la motilidad de la miosina de las fibras musculares tipo 1 y tipo 2a. También se indica un menor contenido de miosina, lo que lleva a una menor interacción con la actina y la consiguiente merma en la producción de fuerza. Otros procesos del envejecimiento son: la disminución de la longitud de los fascículos; los cambios en el ángulo de penetración, y el aumento de la distensibilidad del tendón. Esto último, genera que los sarcómeros se estiren más allá de su rango óptimo, lo que disminuye la superposición de actina-miosina. Esto tiene dos efectos: reduce la producción de fuerza, y aumenta el tiempo necesario para transmitir la fuerza muscular hacia los huesos.

En cuanto a la ventaja potencial que tendría el EP sobre el EF, para generar mejoras en el rendimiento funcional, se menciona que hay una amplia variabilidad de los resultados obtenidos a causa de tres factores: diferentes criterios de elección de los AM que participaban en los estudios; la variación de los volúmenes utilizados en los diferentes protocolos, y los distintos métodos de evaluación. No obstante, se observó cierta claridad en cuanto a la superioridad que el EP tiene sobre el EF para generar una mayor potencia muscular y mejorar el rendimiento funcional de los AM.⁹⁹

Un estudio publicado en el año 2018, se propuso conocer el efecto del ER progresivo realizado con bandas elásticas (ERP), sobre el equilibrio y la fuerza de los miembros inferiores de AM. Para tal fin se crearon dos grupos; uno que realizaría un programa de ERP (21 AM; edad media de 70.1±6,5 años; 11M, 10F), y otro que tenía como

objetivo, ser el grupo control (24 AM; 71,2 \pm 6,8 años; 15M, 9F). Para las distintas evaluaciones se utilizaron el 5CST; TUG; FSST, y el ST. Adicionalmente, el equilibrio estático se evaluó progresivamente con los AM en posturas de bipedestación, semitadem, tadem y con la prueba de OLB con ojos abiertos y cerrados. El programa de ERPB tenía una duración de 12 semanas y contaba con 2 sesiones semanales. Para el entrenamiento se utilizaron bandas elásticas con diferentes resistencias, las cuales se clasificaban por color (amarillo, naranja, verde, rosa, púrpura y plateada). Los ejercicios de extensión, flexión, aducción y abducción de cadera, al igual que la flexión plantar, se realizaron con los AM en bipedestación. En sedestación se efectuó la extensión y flexión de rodillas y la extensión plantar. Las primeras dos semanas se realizaron entre una y dos series de 8 y 10 repeticiones a baja intensidad.

A partir de la tercera semana se realizaron tres series de 8 y 10 repeticiones a intensidad

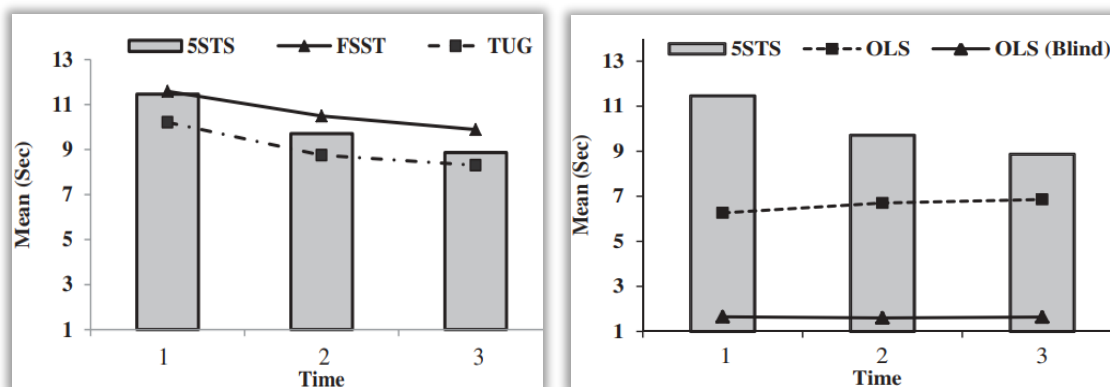


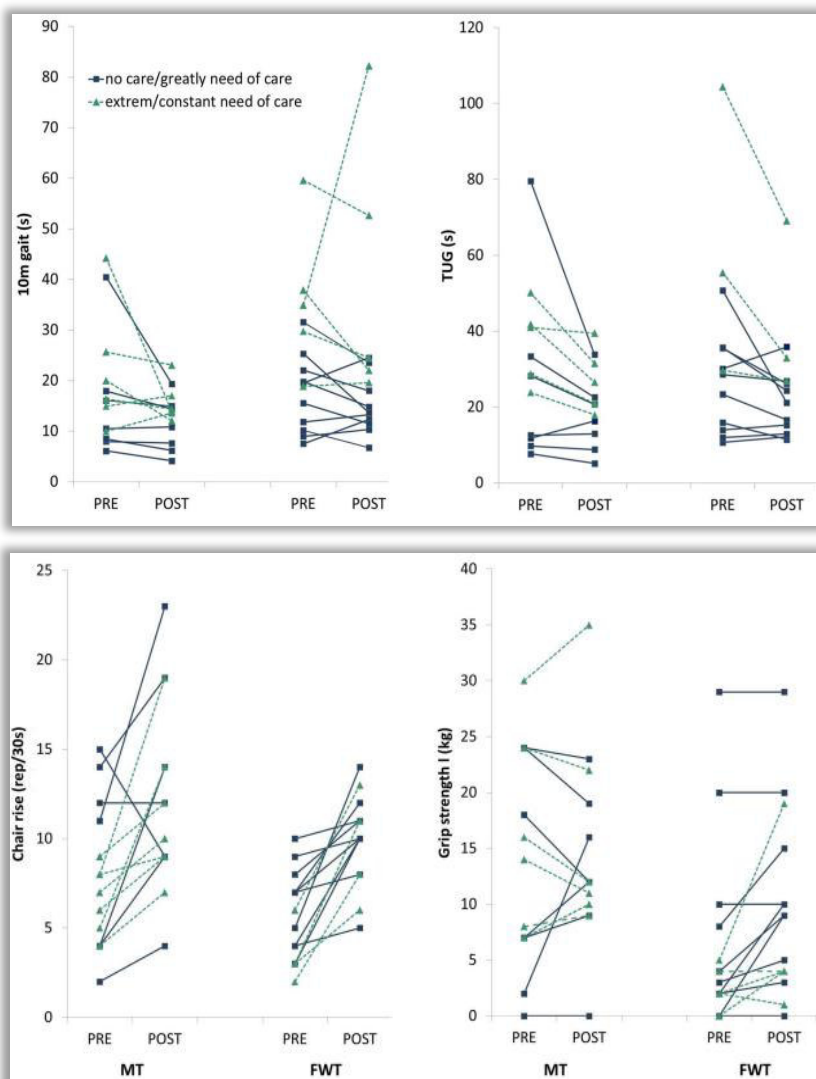
Figura 6: (Izquierda) Comparación de los cambios en la ganancia de fuerza de las extremidades inferiores (5STS) y el equilibrio dinámico (FSST y TUG) en el grupo de ejercicio. (Nota: un aumento en la fuerza de las extremidades inferiores disminuyó el tiempo para completar el 5STS; un aumento en el equilibrio dinámico disminuyó el tiempo para completar FSST y TUG. **Figura 7: (Derecha)** Comparación de los cambios en la ganancia de fuerza de las extremidades inferiores (5STS) y el equilibrio estático (OLS con ojos abierto y cerrado) en el grupo de ejercicio. (Nota: un aumento en la fuerza de las extremidades inferiores disminuyó el tiempo para finalización de 5STS; un aumento en el equilibrio estático aumentó el tiempo hasta completar la prueba OLS). Ambas extraídas de Effect of low-cost resistance training on lower-limb strength and balance in institutionalized seniors.¹⁰⁰

moderada. Las repeticiones demandaban 2 segundos para la fase concéntrica y 4 para la fase exentica. Cuando el AM podía completar 8 repeticiones con bajo esfuerzo, se incrementaba la intensidad mediante el cambio de la banda elástica por la de siguiente color en orden de resistencia. Los intervalos de descanso eran los siguientes: de 2 a 3 segundos entre repeticiones; de 1 a 2 minutos entre series, y de 2 a 3 minutos entre ejercicios. La intensidad se cuantifico utilizando la escala de esfuerzo de resistencia OMNI. Cada sesión de ejercicio duró en promedio 50 minutos e incluyó un calentamiento de 5 minutos y una vuelta a la calma de 5 minutos más. Las distintas evaluaciones se realizaron al inicio, a la sexta semana y al finalizar el programa.

Después de las 12 semanas se observaron mejoras significativas, tanto en la fuerza de los miembros inferiores medida con el 5CST, como en el equilibrio dinámico medido con TUG, ST y FSST. No hubo cambios significativos en el equilibrio estático medido con posturas de tadem ni con el OLB. El estudio concluye en que un entrenamiento con bandas elásticas es adecuado para los AM, ya que es de bajo costo, sencillo, liviano, y portátil.¹⁰⁰

Un estudio piloto publicado en el año 2018 estuvo dirigido sobre dos objetivos. En primer término, examinar la viabilidad del EF con máquinas (EFM) y del el EF con peso libre (EFPL) para AM institucionalizados. En segundo término, conocer los efectos de ambos entrenamientos sobre el rendimiento físico de los mismos AM. Para esto se reclutaron 45 AM, los cuales eran ambulatorios y tenían solo trastornos cognitivos menores. (MMSE menor o = 24). Estos fueron asignados aleatoriamente entre dos grupos de entrenamiento: uno de EFM y otro de EFPL. Los AM reclutados estaban registrados en la institución a la que pertenecían, según el nivel de atención que requerían. Este registro iba de 0 a 3, lo cual indica el nivel de asistencia que necesitaban para las AVD. El valor 0 representa que no tiene necesidad de asistencia, o es menor de 90 minutos al día en promedio. El valor 3 representa necesidad de asistencia durante todo el día, o por lo menos 5 horas al día en promedio. Ambos grupos de entrenamiento tuvieron protocolos de 12 semanas de duración y con 2 sesiones semanales en días no consecutivos. Estos trabajaron los principales grupos musculares de los MMII y los MMSS. Las sesiones duraban entre 45 y 60 minutos, con periodos de calentamiento y enfriamiento de entre 5 y 7 minutos. De los 45AM reclutados, 29 pudieron terminar los distintos protocolos (14 en EFM y 15 en EFPL). Para valorar los cambios en el rendimiento físico se tomaron pruebas antes y después del cumplimiento de los programas. Para tales valoraciones se utilizó lo siguiente: promedio de dos intentos de 10MWT; el TUG; el 30SCST; tiempo para realizar el SCT con 11 escalones (ejecutado lo más rápido posible), y la fuerza de agarre de ambas manos medida con dinamómetro. También se midió el índice de masa corporal. Vale destacar que los 29 AM tenían un promedio de edad de 84,1+/-8,3 años, en un rango de entre 61 y 95 años. El 69% de los mismos eran mayores de 85 años y el 69% eran mujeres. De este total, 11 tenían un nivel de asistencia 1, y 12 un nivel de asistencia 2.

El protocolo de ERM constaba de los siguientes 5 ejercicios: prensa de piernas; jalones de dorsal ancho; extensión de codo; extensión de hombros, y extensión de espalda. Por



Figuras 8 (Arriba: TUG; 10MWT) y 9 (Abajo: 30SCST; Fuerza de agarre): Mejora individual de las puntuaciones de rendimiento físico antes y después de la intervención de entrenamiento para sujetos que no necesitan atención/están en gran necesidad de cuidado y sujetos que necesitan cuidado extremo/constante por grupo de intervención (EFM/EFPL). Feasibility of a machine vs free weight strength training program and its effects on physical performance in nursing home residents: a pilot study.¹⁰¹

cada ejercicio se realizaban 2 series y entre 18 y 20 repeticiones. Se iniciaba con una carga del 50% de 8RM para la primera serie y del 77% y 80% de 8RM para la

segunda. El protocolo EFPL se efectuó con 2 series de 10 a 12 repeticiones y con mancuernas de entre 1 a 7 libras. Los ejercicios realizados involucraban grupos musculares similares

al protocolo EFM. Los dos grupos obtuvieron mejoras significativas en los test de 30SCST y TUG.

Diferenciadamente, el grupo ERM mostro mejores resultados en las evaluaciones finales de 10MWT, SCT y TUG. Por su parte, el grupo EFPL mostro superioridad en 30SCRT y la fuerza de agarre. No se observaron efectos significativos por edad o género. Los participantes con una menor necesidad de atención en AVD obtuvieron mejores resultados que los que requerían una mayor asistencia. El estudio concluye que ambos programas de entrenamiento pueden ser viables para prevenir el deterioro del estado funcional y cognitivo.¹⁰¹

En una revisión sistemática publicada en el año 2017 se buscó conocer el impacto del ER sobre la movilidad funcional de los AM. El total de los artículos que pasaron los criterios de inclusión fueron 11. De estos, todos los participantes eran AM sanos que vivían en la comunidad con una edad promedio de 71,7 años y un rango que iba de los 61,1 a los 91,3 años.

Los resultados secundarios más comúnmente informados fueron las ganancias de fuerza, evaluaciones del equilibrio, velocidad de la marcha y cinemática de la marcha. El estudio que mostro los mayores efectos de las medidas funcionales examino la prueba de la marcha en tadem hacia delante y hacia atrás y la FRT. Este estudio utilizó un protocolo de 13 semanas de duración con sesiones de 1 hora realizadas 3 veces por semana. Se utilizaron cargas del 80% de 1RM que eran calculadas cada semana. El ER fue dirigido a los MMII. y se realizaban 4 ejercicios con 3 series cada uno y 10 repeticiones. Se tomaban 2 minutos de descanso entre series.¹⁰²

VII. Resultados

VII.1. Modo de selección y características generales de los estudios elegidos

La búsqueda por medio de las combinaciones de palabras clave llevo a un total de 352 artículos, de los cuales 237 fueron excluidos por tres diferentes factores: los mismos estaban duplicados; el entrenamiento resistencia no era la principal intervención para evitar las caídas; los artículos estaban orientados a sujetos con particulares condiciones de salud como, por ejemplo, enfermedad de Parkinson o accidente cerebrovascular. De los 15 artículos que fueron seleccionados para el análisis, 4 presentaban descripciones sobre modificaciones histológicas o fisiológicas que acontecían con el ER o el envejecimiento. Estas modificaciones fueron sobre la densidad mineral ósea; la morfología músculo esquelética y la eficiencia de trabajo durante la marcha; los niveles séricos de Troponina T, y las estructuras y funciones neuromusculares.

En cuanto al género de los artículos seleccionados para el análisis se encontraban ocho ensayos controlados; un reporte de caso; un estudio piloto, y cinco revisiones sistemáticas.

VII.2. Particularidades de los programas de entrenamiento y evaluaciones frecuentes

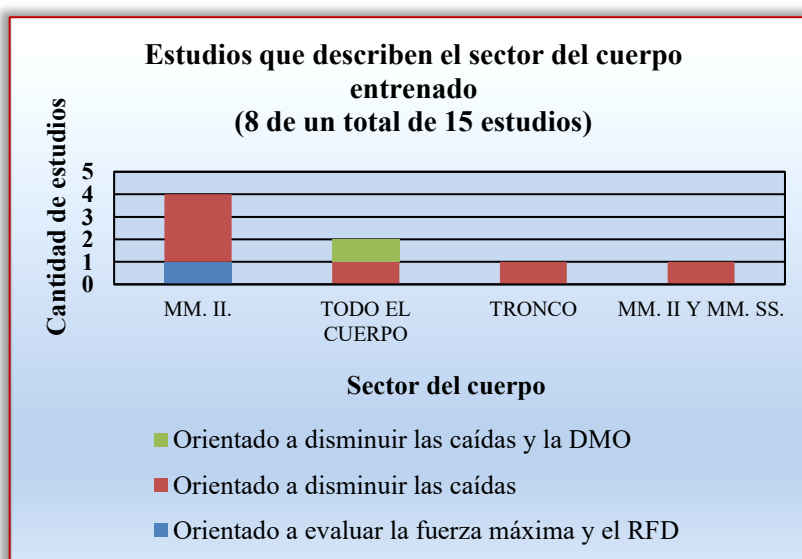


Figura 10

De los artículos seleccionados, ocho especificaban cuales eran las áreas del cuerpo que se fortalecían. Cuatro de estos realizaban intervenciones de ER sobre los miembros inferiores, de las cuales tres estaban orientados

a estrategias para reducir los riesgos de caídas y uno a evaluar cambios en la fuerza máxima y la RFD.

Dos estudios realizaron protocolos de ER sobre todo el cuerpo. Ambos con foco en la reducción del riesgo de caídas, pero uno de ellos dirigido adicionalmente al aumento de la DMO. Los artículos restantes estaban dirigidos a buscar la reducción del riesgo de caídas, pero uno realizó ER del tronco y el otro un ER sobre miembros superiores e inferiores. (Figura 10).

El tiempo de duración de los programas de fortalecimiento de los distintos artículos seleccionados estaba generalmente entre las ocho y las doce semanas (Figura 11). El estudio que tuvo el protocolo más largo fue el que analizó los cambios en la DMO con un tiempo de cincuenta y dos semanas. Lo siguió un estudio que utilizó EF con un protocolo que duró veinticuatro semanas.

El número de sesiones semanales de entrenamiento estaba entre dos y tres, pero hubo un estudio que solo realizo una sesión por semana, donde el objetivo del mismo fue evaluar los cambios producidos en la fuerza y en niveles séricos de Troponina T.

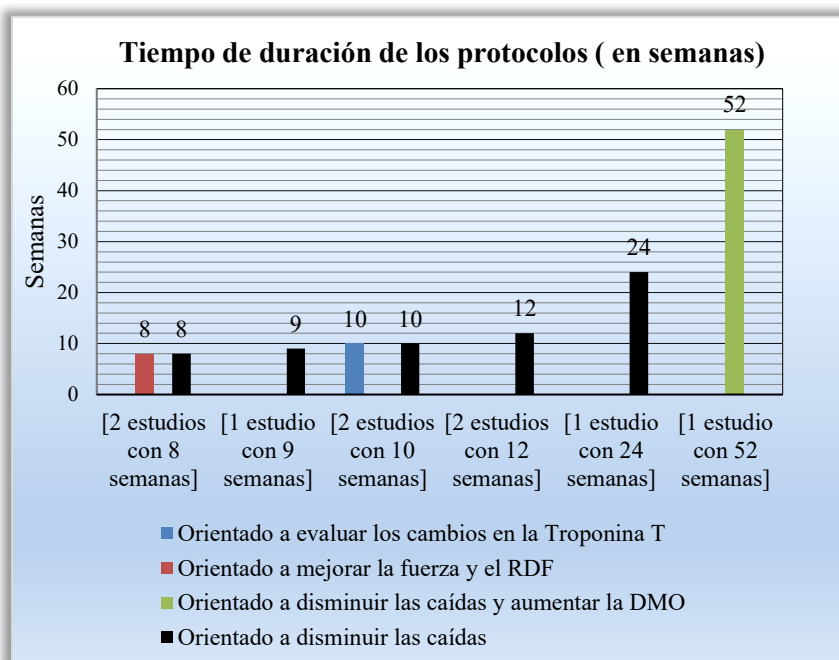


Figura 11: Tiempo de duración de los protocolos de entrenamiento en los distintos estudios analizados.

trabajó fuerza máxima donde solo se realizaban cuatro repeticiones. Este protocolo fue el que consiguió mejoras en la RFD.

La cantidad de series por ejercicio estaba entre uno y cuatro, aunque la mayoría rondaba entre dos y tres. Las repeticiones realizadas en cada serie estaban entre las ocho y las veinte. La excepción fue el

estudio que

El porcentaje de adhesión a los distintos protocolos de entrenamiento varió entre el 100% y el 60% (Figura 12). Los protocolos que obtuvieron una adhesión total de sus participantes fueron dos. Uno enfocado sobre el fortalecimiento del tronco con una duración de 9 semanas y 2 sesiones semanales de 60 minutos. El otro, orientado al

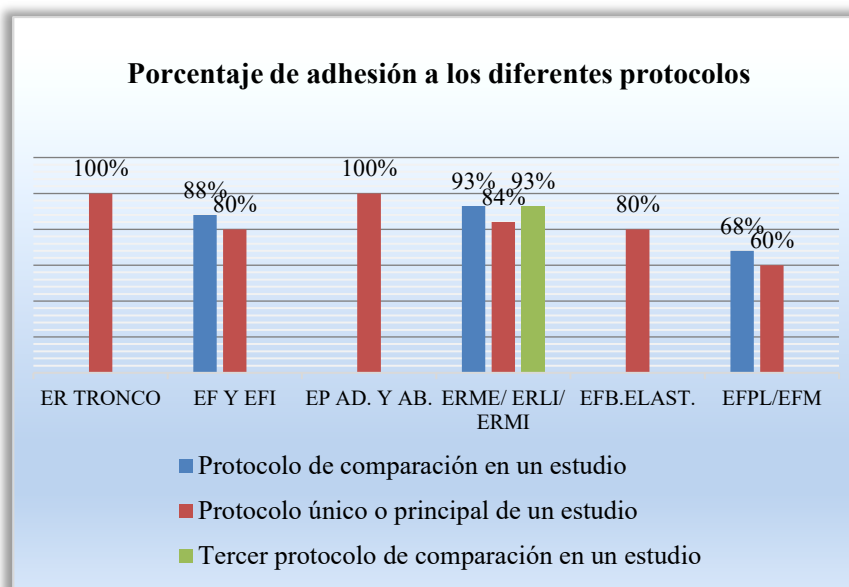


Figura 12: (EFI: EF sobre sup. Inestable); (ERME: ER con máquinas de forma estable); (ERLI: ER con mancuernas em sup. Inestable); (ERMI: ER con máquinas con elementos inestables entre máquina y sujeto); (EFPL: EF con mancuernas); (EFM: EF con máquinas)

fortalecimiento de los músculos abductores y aductores de cadera, el cual realizó un protocolo de 8 semanas con 3 sesiones semanales de 15 minutos.

Ambos estudios mencionados, al igual que otros que

rondaban un cumplimiento de entre el 93% y el 80%, tenían participantes con una edad promedio de 70 años. El estudio que registro el menor porcentaje de adhesión contaba con participantes de entre 61 y 95 años, en el que el 69% de los mismos eran mayores de 85 años. Este último estudio utilizó un protocolo de entrenamiento de 12 semanas de duración con 2 sesiones semanales de 1 hora.

Las pruebas más comúnmente utilizadas para las evaluaciones de resultados fueron el TUG con presencia en cinco estudios, seguida por CST que apareció con variantes en tres estudios. Finalmente, el FRT se utilizó en dos estudios.

VIII. Discusión

El entrenamiento resistencia intensivo puede generar ganancias importantes en la fuerza, lo cual sería muy beneficioso para los AM. Ahora bien, la implementación del mismo podría ser contraproducente si no se presta particular atención a las características individuales de cada una de estas personas. Por otra parte, el

entrenamiento resistencia de alta intensidad se ha asociado con un menor porcentaje de adherencia entre los AM de edad avanzada.

Aunque el presente estudio está orientado al AM sano, la realidad es que, en el ámbito clínico, las personas que se pueden presentar solicitando asistencia no poseen tal heterogeneidad. Identificar un programa de entrenamiento adecuado para cada individuo puede ser una tarea compleja en algunos casos. Se torna necesario entonces la creación de uno específico, teniendo presente para el diseño dos cuestiones puntuales. Por un lado, las características de cada AM como su estado físico o las diferentes condicionantes de salud que puedan exponer. Por otro lado, las condiciones del entorno donde se llevará a cabo el programa.

En el mismo sentido del párrafo anterior, la bibliografía refiere que es fundamental tener en cuenta para el planteamiento de los programas, las posibilidades de que estos sean supervisados o no, como así también, la disponibilidad de equipo de entrenamiento. En cuanto al primer punto, si se pierde la posibilidad de observar el desarrollo del programa, se pueden ir generando de forma espontánea, modificaciones en las variables del entrenamiento. Esto puede atentar contra los objetivos propuestos, generando a la vez, incertidumbre ante las posibles correcciones que se deban realizar. En cuanto al segundo punto, el panorama puede ser más alentador, ya que diferentes estudios han logrado importantes mejoras funcionales con el uso de un equipamiento simple como pueden ser las bandas elásticas, mancuernas, balones suizos o colchonetas. Con la misma lógica, revisiones vistas mencionaron que la ejecución de programas simples, fáciles de aplicar y de bajo costo, promueven una mayor participación.

Para finalizar esta discusión, se ha mencionado que cuando los AM son principiantes en la actividad física, no sería necesario un entrenamiento resistencia prolongado y de alto volumen en las primeras semanas (3 meses). Posteriormente se podría ir aumentando el volumen ante las adaptaciones que vayan surgiendo con el propósito de incrementar la fuerza. En relación a lo anterior, los estudios analizados en este trabajo realizaron en su mayoría, protocolos con 2 y 3 sesiones semanales en búsqueda de mejoras funcionales. El estudio que realizó una sesión semanal tuvo como resultado principal, la reducción de niveles séricos de Troponina T, lo que indicaba un músculo más resistente.

IX. Conclusiones

El interrogante inicial de este estudio pretendía conocer las modalidades utilizadas actualmente para el fortalecimiento muscular general del AM, que tengan mayor impacto en la reducción de caídas. Después de los análisis efectuados se pudo concluir, que la respuesta gira alrededor de tres aristas principales. Por una parte, se encuentra el entrenamiento potencia. En este sentido se ha observado que, un enfoque de bajo volumen de entrenamiento potencia de la musculatura aductora y abductora de la cadera, que dure aproximadamente 15 minutos por sesión, es una alternativa viable y más efectiva que el entrenamiento de fuerza con un volumen similar. Estas mejoras están en torno al rendimiento neuromuscular máximo de la cadera y el dominio neuromotor del control de las transferencias de peso durante la marcha.

Por otra parte, está la utilización de elementos que generan inestabilidad durante el entrenamiento. Se constató que el uso de estas interfases mejoró el rendimiento funcional en comparación con protocolos similares que no las emplearon. Asimismo, cuando las mejoras fueron semejantes en algunos aspectos, regia la ventaja en los protocolos que las usaban, ya que los mismos implementaron cargas menores. De todos modos, los resultados arrojados fueron superiores en relación al incremento de la potencia muscular.

Por último, se encuentra el entrenamiento resistencia de los músculos del tronco. Se describió que hay una relación moderadamente significativa entre la fuerza extensora del tronco y el equilibrio estático. Además, con el entrenamiento de este sector se ha observado el aumento significativo de dos componentes (comparado con grupo control): la fuerza de los músculos del tronco y la movilidad de la columna. Esto último, es un requisito fundamental para muchas actividades de la vida diaria.

Vale indicar la importancia que tiene que el profesional de kinesiología realice las evaluaciones del estado funcional y del equilibrio de los AM. Esto se debe efectuar antes, durante y al finalizar el programa de entrenamiento que se vaya a implementar. Sin esta práctica no se puede cuantificar si se están alcanzando los objetivos propuestos, más allá de que se pueda constatar que el cumplimiento del protocolo sea efectivo. Este ejercicio nos puede ayudar a realizar ajustes en el régimen del programa o a detectar alguna situación anómala, la cual este deteniendo el progreso esperado. Las evaluaciones que han utilizado con mayor frecuencia en distintos estudios analizados

son el TUG, FRT y CST. La mismas son fáciles de implementar y comprender, necesitan escasos recursos para su práctica y poco tiempo para su ejecución.

Ya para finalizar esta conclusión, he de mencionar que la realización de este trabajo de investigación ha evocado en mi la trascendencia que posee la kinesiología para discernir entre las múltiples variables de entrenamiento. Escoger la terapéutica más adecuada, ante cada nuevo desafío, protege a los AM de caer en prácticas automatizadas, las cuales podrían generar como mínimo, dos consecuencias negativas. En primer lugar, si el protocolo es muy intenso para una determinada capacidad, se pueden ocasionar lesiones que pueden llegar a desencadenar miedo a la actividad, lo que indefectiblemente agravaría los riesgos de caídas. En segundo lugar, si el protocolo fuese poco demandante, no se aprovecharía el potencial que el paciente tiene para conseguir los mejores resultados. Los riesgos de caídas podrían mantenerse entonces, sin ningún tipo de cambio.

Los profesionales de la kinesiología deben promover el desarrollo de los procesos cognitivos y la maximización de los recursos que se tengan a disposición. Conllevar esta filosofía de trabajo tiene como objetivo la creación de herramientas que nos ayuden a sortear los diversos obstáculos que se pueden presentar, evitando así, en la medida de lo posible, “el tropiezo” con nuestros propios procedimientos irreflexivos.

X. Anexo de imágenes

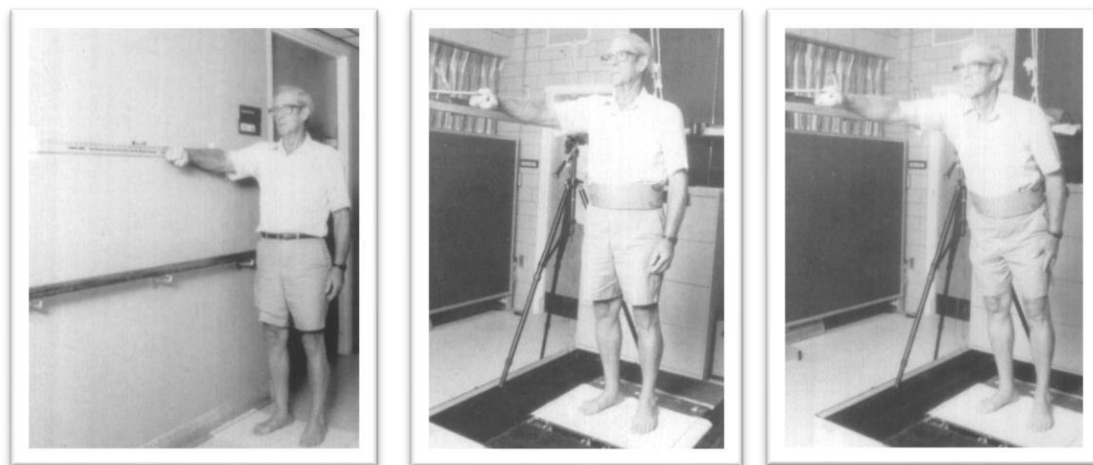


Imagen 1: Extraído de Functional Reach: A New Clinical Measure of Balance. J Gerontol ⁵⁸

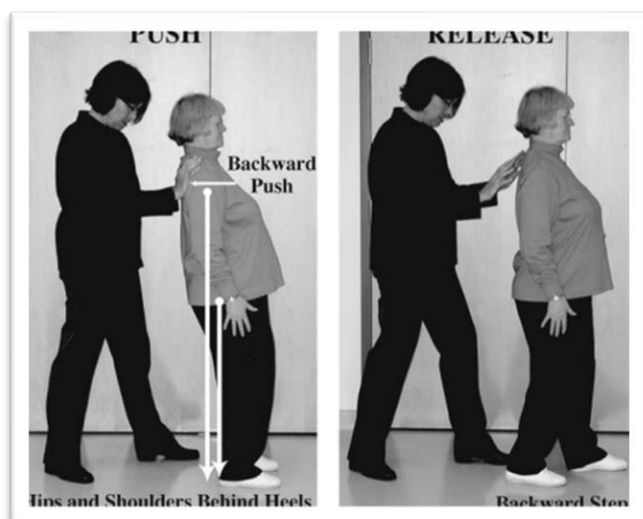


Imagen 2:(Cuadro izquierdo: empuje/ Cuadro derecho: Soltar) Extraído de An alternative clinical postural stability test for patients with Parkinson's disease. J Neurol. ⁸³

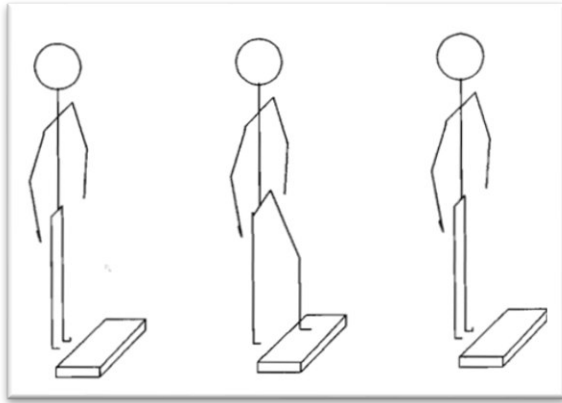


Figura 13: un paso completo en la prueba de pasos con la pierna izquierda pisando y bajando del bloque. Extraído de A New Test of Dynamic Standing Balance for Stroke Patients: Reliability, Validity and Comparison with Healthy Elderly. Physiotherapy Canada.⁷¹

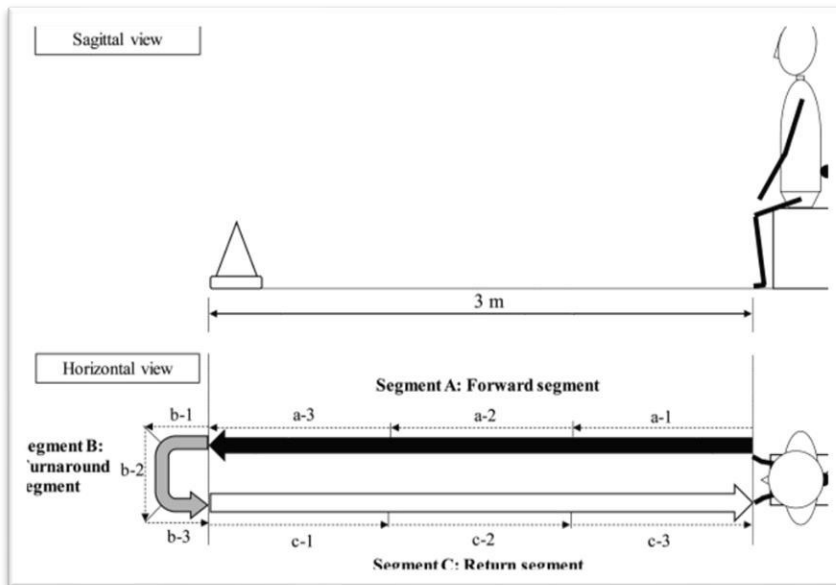


Figura 14: Representación del TUG. Extraída de Evaluating the immediate effect of the speed alteration task on walking stability using the Timed Up and Go test.¹⁰³

XI. Bibliografía

1. United Nations Department of Economic and Social Affairs [Internet]. 2020. World population ageing 2019.
2. Nicklett E, Lohman M, Smith M. Neighborhood Environment and Falls among Community-Dwelling Older Adults. *Int J Environ Res Public Health*. 2017 Feb 10;14(2):175.
3. Álvarez Rodríguez LM. SÍNDROME DE CAÍDAS EN EL ADULTO MAYOR. *REVISTA MEDICA DE COSTA RICA Y CENTROAMERICA*. 2015;71:807–10.
4. Stevens JA, Lee R. The Potential to Reduce Falls and Avert Costs by Clinically Managing Fall Risk. *Am J Prev Med*. 2018 Sep;55(3):290–7.
5. Pérez-Ros P, Martínez-Arnau FM, Orti-Lucas RM, Tarazona-Santabalbina FJ. A predictive model of isolated and recurrent falls in functionally independent community-dwelling older adults. *Braz J Phys Ther*. 2019 Jan;23(1):19–26.
6. Chicharro López J, Izquierdo Redín M. La edad y el género en relación con el ejercicio. In: *Fisiología del Ejercicio*. 3rd ed. Buenos Aires; Madrid; 2006. p. 615–7.
7. Calle Egusquiza A, Perez Bazan LM, Vila-Morel Von Zitzewitz AJ. Grandes Síndromes Geriátricos. In: *MANUAL DEL RESIDENTE EN GERIATRÍA*. 2011. p. 125–36.
8. Hoffman GJ, Hays RD, Shapiro MF, Wallace SP, Ettner SL. The Costs of Fall-Related Injuries among Older Adults: Annual Per-Faller, Service Component, and Patient Out-of-Pocket Costs. *Health Serv Res*. 2017 Oct;52(5):1794–816.
9. LaStayo P, Marcus R, Dibble L, Wong B, Pepper G. Eccentric versus traditional resistance exercise for older adult fallers in the community: a randomized trial within a multi-component fall reduction program. *BMC Geriatr*. 2017 Dec 17;17(1):149.
10. Dykeman CS, Markle-Reid MF, Boratto LJ, Bowes C, Gagné H, McGugan JL, et al. Community service provider perceptions of implementing older adult fall prevention in Ontario, Canada: a qualitative study. *BMC Geriatr*. 2018 Dec 1;18(1):34.
11. CONVENCIÓN INTERAMERICANA SOBRE LA PROTECCIÓN DE LOS DERECHOS HUMANOS DE LAS PERSONAS MAYORES. In: *DEPARTAMENTO DE DERECHO INTERNACIONAL (DDI)*. Washington, D.C., Estados Unidos; 2015. p. 5.

12. Lamb SE, J rstad-Stein EC, Hauer K, Becker C. Development of a Common Outcome Data Set for Fall Injury Prevention Trials: The Prevention of Falls Network Europe Consensus. *J Am Geriatr Soc.* 2005 Sep;53(9):1618–22.
13. Perez Abascal Noelia, Mateos del Nozal J. Valoraci3n Geri trica como Instrumento. In: *MANUAL DEL RESIDENTE EN GERIATR A*. Madrid; 2011. p. 16.
14. Aronson L. Healthy Aging Across the Stages of Old Age. *Clin Geriatr Med.* 2020 Nov;36(4):549–58.
15. Grgic J, Schoenfeld BJ, Davies TB, Lazinica B, Krieger JW, Pedisic Z. Effect of Resistance Training Frequency on Gains in Muscular Strength: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine* [Internet]. 2018 May 22;48(5):1207–20. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s40279-018-0872-x>
16. Grgic J, Lazinica B, Schoenfeld BJ, Pedisic Z. Test–Retest Reliability of the One-Repetition Maximum (1RM) Strength Assessment: a Systematic Review. *Sports Med Open.* 2020 Dec 17;6(1):31.
17. Prentice WE. FUERZA Y RESISTENCIA MUSCULARES. In: *TÉCNICAS DE REHABILITACI3N en la medicina deportiva*. 3rd ed. Barcelona: Paidotribo; 2001. p. 73.
18. Kamo T, Asahi R, Azami M, Ogihara H, Ikeda T, Suzuki K, et al. Rate of torque development and the risk of falls among community dwelling older adults in Japan. *Gait Posture.* 2019 Jul;72:28–33.
19. Manini TM, Clark BC. Dynapenia and Aging: An Update. *The Journals of Gerontology: Series A.* 2012 Jan;67A(1):28–40.
20. Ramsey KA, Rojer AGM, D’Andrea L, Otten RHJ, Heymans MW, Trappenburg MC, et al. The association of objectively measured physical activity and sedentary behavior with skeletal muscle strength and muscle power in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Res Rev.* 2021 May;67:101266.
21. Breen L, Stokes KA, Churchward-Venne TA, Moore DR, Baker SK, Smith K, et al. Two Weeks of Reduced Activity Decreases Leg Lean Mass and Induces “Anabolic Resistance” of Myofibrillar Protein Synthesis in Healthy Elderly. *J Clin Endocrinol Metab.* 2013 Jun 1;98(6):2604–12.
22. Yi D, Yim J. Remote Home-Based Exercise Program to Improve the Mental State, Balance, and Physical Function and Prevent Falls in Adults Aged 65 Years and Older During the COVID-19 Pandemic in Seoul, Korea. *Medical Science Monitor.* 2021 Dec 13;27.

23. Cadore E. Strength and Endurance Training Prescription in Healthy and Frail Elderly. *Aging Dis.* 2014;
24. Cesari M, Calvani R, Marzetti E. Frailty in Older Persons. *Clin Geriatr Med.* 2017 Aug;33(3):293–303.
25. Phillips SM, Winett RA. Uncomplicated Resistance Training and Health-Related Outcomes. *Curr Sports Med Rep [Internet].* 2010 Jul;9(4):208–13. Available from: <http://journals.lww.com/00149619-201007000-00009>
26. Hart PD, Buck DJ. The effect of resistance training on health-related quality of life in older adults: Systematic review and meta-analysis. *Health Promot Perspect.* 2019 Jan 23;9(1):1–12.
27. Di Lorito C, Long A, Byrne A, Harwood RH, Gladman JRF, Schneider S, et al. Exercise interventions for older adults: A systematic review of meta-analyses. *J Sport Health Sci.* 2021 Jan;10(1):29–47.
28. Morishita S, Tsubaki A, Nakamura M, Nashimoto S, Fu JB, Onishi H. Rating of perceived exertion on resistance training in elderly subjects. *Expert Rev Cardiovasc Ther.* 2019 Feb 7;17(2):135–42.
29. Ambrose AF, Paul G, Hausdorff JM. Risk factors for falls among older adults: A review of the literature. *Maturitas.* 2013 May;75(1):51–61.
30. Bueno-Cavanillas A, Padilla-Ruiz F, Jiménez-Moleón JJ, Peinado-Alonso CA, Gálvez-Vargas R. Risk factors in falls among the elderly according to extrinsic and intrinsic precipitating causes. *Eur J Epidemiol.* 2000;16(9):849–59.
31. Namsawang J, Muanjai P. Combined Use of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation and Short Foot Exercise Improves Navicular Height, Muscle Size, Function Mobility, and Risk of Falls in Healthy Older Adults. *Int J Environ Res Public Health.* 2022 Jun 11;19(12):7196.
32. Ding L, Yang F. Muscle weakness is related to slip-initiated falls among community-dwelling older adults. *J Biomech.* 2016 Jan;49(2):238–43.
33. Amadori K, Püllen R, Steiner T. Gangstörungen im Alter. *Nervenarzt.* 2014 Jun 29;85(6):761–72.
34. Zhang XY, Shuai J, Li LP. Vision and Relevant Risk Factor Interventions for Preventing Falls among Older People: A Network Meta-analysis. *Sci Rep.* 2015 Sep 28;5(1):10559.
35. Källstrand-Eriksson J, Baigi A, Buer N, Hildingh C. Perceived vision-related quality of life and risk of falling among community living elderly people. *Scand J Caring Sci.* 2013 Jun;27(2):433–9.

36. Kunimune S, Okada S. Contribution of vision and its age-related changes to postural stability in obstacle crossing during locomotion. *Gait Posture*. 2019 May;70:284–8.
37. Casani A Pietro, Gufoni M, Capobianco S. Current Insights into Treating Vertigo in Older Adults. *Drugs Aging*. 2021 Aug 23;38(8):655–70.
38. Alyono JC. Vertigo and Dizziness. *Otolaryngol Clin North Am*. 2018 Aug;51(4):725–40.
39. Montero-Odasso M, Verghese J, Beauchet O, Hausdorff JM. Gait and Cognition: A Complementary Approach to Understanding Brain Function and the Risk of Falling. *J Am Geriatr Soc*. 2012 Nov;60(11):2127–36.
40. Rivan NFM, Singh DKA, Shahar S, Wen GJ, Rajab NF, Din NC, et al. Cognitive frailty is a robust predictor of falls, injuries, and disability among community-dwelling older adults. *BMC Geriatr*. 2021 Dec 25;21(1):593.
41. Kim JH. Fall experience and cognitive function in middle aged and elderly population. *Medicine*. 2020 May;99(18):e19203.
42. Fallaci IV, Fabrício D de M, Alexandre T da S, Chagas MHN. Association between falls and cognitive performance among community-dwelling older people: a cross-sectional study. *Sao Paulo Medical Journal*. 2022 Jun;140(3):422–9.
43. Park HJ, Lee NG, Kang TW. Fall-related cognition, motor function, functional ability, and depression measures in older adults with dementia. *NeuroRehabilitation*. 2020 Dec 22;47(4):487–94.
44. Morrison S, Moxey J, Reilly N, Russell DM, Thomas KM, Grunsfeld AA. The relation between falls risk and movement variability in Parkinson’s disease. *Exp Brain Res*. 2021 Jul 29;239(7):2077–87.
45. Cubo E, Garcia-Bustillo A, Arnaiz-Gonzalez A, Ramirez-Sanz JM, Garrido-Labrador JL, Valiñas F, et al. Adopting a multidisciplinary telemedicine intervention for fall prevention in Parkinson’s disease. Protocol for a longitudinal, randomized clinical trial. Peyré-Tartaruga LA, editor. *PLoS One*. 2021 Dec 21;16(12):e0260889.
46. Keleman A, Wisch JK, Bollinger RM, Grant EA, Benzinger TL, Morris JC, et al. Falls Associate with Neurodegenerative Changes in ATN Framework of Alzheimer’s Disease. Rafii M, editor. *Journal of Alzheimer’s Disease*. 2020 Sep 15;77(2):745–52.
47. Dyer AH, Lawlor B, Kennelly SP. Gait speed, cognition and falls in people living with mild-to-moderate Alzheimer disease: data from NILVAD. *BMC Geriatr*. 2020 Dec 30;20(1):117.

48. Luiting S, Jansen S, Seppälä LJ, Daams JG, van der Velde N. Effectiveness of Cardiovascular Evaluations and Interventions on Fall Risk: A Scoping Review. *J Nutr Health Aging*. 2019 Apr 7;23(4):330–7.
49. Lee J, Negm A, Peters R, Wong EKC, Holbrook A. Deprescribing fall-risk increasing drugs (FRIDs) for the prevention of falls and fall-related complications: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*. 2021 Feb 10;11(2):e035978.
50. Zhang X, Jiao J, Guo N, Bo H, Xu T, Wu X. Association of polypharmacy with falls among older Chinese inpatients: A nationwide cohort study. *Geriatr Gerontol Int*. 2021 Sep 28;21(9):810–7.
51. Xue L, Boudreau RM, Donohue JM, Zgibor JC, Marcum ZA, Costacou T, et al. Persistent polypharmacy and fall injury risk: the Health, Aging and Body Composition Study. *BMC Geriatr*. 2021 Dec 15;21(1):710.
52. Wu H, Pang Q. The effect of vitamin D and calcium supplementation on falls in older adults. *Orthopade*. 2017 Sep 17;46(9):729–36.
53. Curl A, Fitt H, Tomintz M. Experiences of the Built Environment, Falls and Fear of Falling Outdoors among Older Adults: An Exploratory Study and Future Directions. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Feb 14;17(4):1224.
54. Cumming RG, Salkeld G, Thomas M, Szonyi G. Prospective Study of the Impact of Fear of Falling on Activities of Daily Living, SF-36 Scores, and Nursing Home Admission. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2000 May 1;55(5):M299–305.
55. Kvelde T, McVeigh C, Toson B, Greenaway M, Lord SR, Delbaere K, et al. Depressive Symptomatology as a Risk Factor for Falls in Older People: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Geriatr Soc*. 2013 May;61(5):694–706.
56. Stubbs B, Stubbs J, Gnanaraj SD, Soundy A. Falls in older adults with major depressive disorder (MDD): a systematic review and exploratory meta-analysis of prospective studies. *Int Psychogeriatr*. 2016 Jan 3;28(1):23–9.
57. Vu HM, Nguyen LH, Nguyen HLT, Vu GT, Nguyen CT, Hoang TN, et al. Individual and Environmental Factors Associated with Recurrent Falls in Elderly Patients Hospitalized after Falls. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Apr 3;17(7):2441.
58. Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, Studenski S. Functional Reach: A New Clinical Measure of Balance. *J Gerontol*. 1990 Nov 1;45(6):M192–7.
59. Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L, Glynn RJ, Berkman LF, Blazer DG, et al. A Short Physical Performance Battery Assessing Lower Extremity Function:

- Association With Self-Reported Disability and Prediction of Mortality and Nursing Home Admission. *J Gerontol*. 1994 Mar 1;49(2):M85–94.
60. Commandeur D, Klimstra MD, MacDonald S, Inouye K, Cox M, Chan D, et al. Difference scores between single-task and dual-task gait measures are better than clinical measures for detection of fall-risk in community-dwelling older adults. *Gait Posture*. 2018 Oct;66:155–9.
 61. Beck Jepsen D, Robinson K, Ogliari G, Montero-Odasso M, Kamkar N, Ryg J, et al. Predicting falls in older adults: an umbrella review of instruments assessing gait, balance, and functional mobility. *BMC Geriatr* [Internet]. 2022 Dec 25;22(1):615. Available from: <https://bmcgeriatr.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12877-022-03271-5>
 62. Park SH. Tools for assessing fall risk in the elderly: a systematic review and meta-analysis. *Aging Clin Exp Res*. 2018 Jan 3;30(1):1–16.
 63. Vellas BJ, Wayne SJ, Romero L, Baumgartner RN, Rubenstein LZ, Garry PJ. One-Leg Balance Is an Important Predictor of Injurious Falls in Older Persons. *J Am Geriatr Soc*. 1997 Jun;45(6):735–8.
 64. Podsiadlo D, Richardson S. The Timed “Up & Go”: A Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons. *J Am Geriatr Soc*. 1991 Feb;39(2):142–8.
 65. Dye DC, Eakman AM, Bolton KM. Assessing the Validity of the Dynamic Gait Index in a Balance Disorders Clinic: An Application of Rasch Analysis. *Phys Ther*. 2013 Jun 1;93(6):809–18.
 66. Shumway-Cook A, Taylor CS, Matsuda PN, Studer MT, Whetten BK. Expanding the Scoring System for the Dynamic Gait Index. *Phys Ther*. 2013 Nov 1;93(11):1493–506.
 67. Watson MJ. Refining the Ten-metre Walking Test for Use with Neurologically Impaired People. *Physiotherapy*. 2002 Jul;88(7):386–97.
 68. Bennell K, Dobson F, Hinman R. Measures of physical performance assessments: Self-Paced Walk Test (SPWT), Stair Climb Test (SCT), Six-Minute Walk Test (6MWT), Chair Stand Test (CST), Timed Up & Go (TUG), Sock Test, Lift and Carry Test (LCT), and Car Task. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2011 Nov;63(S11):S350–70.
 69. Dite W, Temple VA. A clinical test of stepping and change of direction to identify multiple falling older adults. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2002 Nov;83(11):1566–71. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003999302002538>

70. Jones CJ, Rikli RE, Beam WC. A 30-s Chair-Stand Test as a Measure of Lower Body Strength in Community-Residing Older Adults. *Res Q Exerc Sport*. 1999 Jun;70(2):113–9.
71. Hill KD. A New Test of Dynamic Standing Balance for Stroke Patients: Reliability, Validity and Comparison with Healthy Elderly. *Physiotherapy Canada*. 1996 Oct;48(4):257–62.
72. Downs S. The Berg Balance Scale. *J Physiother*. 2015 Jan;61(1):46.
73. Park SH, Lee YS. The Diagnostic Accuracy of the Berg Balance Scale in Predicting Falls. *West J Nurs Res*. 2017 Nov 26;39(11):1502–25.
74. Tinetti ME, De Leon CFM, Doucette JT, Baker DI. Fear of Falling and Fall-Related Efficacy in Relationship to Functioning Among Community-Living Elders. *J Gerontol*. 1994 May 1;49(3):M140–7.
75. Tinetti ME, Richman D, Powell L. Falls Efficacy as a Measure of Fear of Falling. *J Gerontol*. 1990 Nov 1;45(6):P239–43.
76. Delbaere K, Close JCT, Mikolaizak AS, Sachdev PS, Brodaty H, Lord SR. The Falls Efficacy Scale International (FES-I). A comprehensive longitudinal validation study. *Age Ageing*. 2010 Mar 1;39(2):210–6.
77. Yardley L, Beyer N, Hauer K, Kempen G, Piot-Ziegler C, Todd C. Development and initial validation of the Falls Efficacy Scale-International (FES-I). *Age Ageing*. 2005 Nov 1;34(6):614–9.
78. Kempen GIJM, Yardley L, Van Haastregt JCM, Zijlstra GAR, Beyer N, Hauer K, et al. The Short FES-I: a shortened version of the falls efficacy scale-international to assess fear of falling. *Age Ageing*. 2007 Oct 11;37(1):45–50.
79. Tinetti ME. Performance-Oriented Assessment of Mobility Problems in Elderly Patients. *J Am Geriatr Soc*. 1986 Feb;34(2):119–26.
80. Muhaidat J, Kerr A, Evans JJ, Pilling M, Skelton DA. Validity of Simple Gait-Related Dual-Task Tests in Predicting Falls in Community-Dwelling Older Adults. *Arch Phys Med Rehabil*. 2014 Jan;95(1):58–64.
81. Fallaci IV, Fabrício D de M, Alexandre T da S, Chagas MHN. Association between falls and cognitive performance among community-dwelling older people: a cross-sectional study. *Sao Paulo Medical Journal*. 2022 Jun;140(3):422–9.
82. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. “Mini-mental state.” *J Psychiatr Res*. 1975 Nov;12(3):189–98.

83. Jacobs J v., Horak FB, Tran K, Nutt JG. An alternative clinical postural stability test for patients with Parkinson's disease. *J Neurol*. 2006 Nov 20;253(11):1404–13.
84. de Brito LBB, Ricardo DR, de Araújo DSMS, Ramos PS, Myers J, de Araújo CGS. Ability to sit and rise from the floor as a predictor of all-cause mortality. *Eur J Prev Cardiol*. 2014 Jul 13;21(7):892–8.
85. Langhammer B, Stanghelle JK. The Senior Fitness Test. *J Physiother*. 2015 Jul;61(3):163.
86. Adamo DE, Talley SA, Goldberg A. Age and Task Differences in Functional Fitness in Older Women: Comparisons With Senior Fitness Test Normative and Criterion-Referenced Data. *J Aging Phys Act*. 2015 Jan;23(1):47–54.
87. Rodrigues F, Domingos C, Monteiro D, Morouço P. A Review on Aging, Sarcopenia, Falls, and Resistance Training in Community-Dwelling Older Adults. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2022 Jan 13;19(2):874. Available from: <https://www.mdpi.com/1660-4601/19/2/874>
88. Golubić A, Šarabon N, Marković G. Association between trunk muscle strength and static balance in older women. *J Women Aging*. 2021 May 4;33(3):288–97.
89. Granacher U, Lacroix A, Muehlbauer T, Roettger K, Gollhofer A. Effects of Core Instability Strength Training on Trunk Muscle Strength, Spinal Mobility, Dynamic Balance and Functional Mobility in Older Adults. *Gerontology*. 2013;59(2):105–13.
90. Granacher U, Gollhofer A, Hortobágyi T, Kressig RW, Muehlbauer T. The Importance of Trunk Muscle Strength for Balance, Functional Performance, and Fall Prevention in Seniors: A Systematic Review. *Sports Medicine*. 2013 Jul 9;43(7):627–41.
91. Pirauá ALT, Cavalcante BR, Oliveira VMA, Beltrão NB, Amorim Batista G, Pitanguí ACR, et al. Effect of 24-week strength training on unstable surfaces on mobility, balance, and concern about falling in older adults. *Scand J Med Sci Sports*. 2019 Nov 26;29(11):1805–12.
92. Eckardt N. Lower-extremity resistance training on unstable surfaces improves proxies of muscle strength, power and balance in healthy older adults: a randomised control trial. *BMC Geriatr*. 2016 Dec 24;16(1):191.
93. Inacio M, Creath R, Rogers MW. Low-dose hip abductor-adductor power training improves neuromechanical weight-transfer control during lateral balance recovery in older adults. *Clinical Biomechanics* [Internet]. 2018 Dec;60:127–33. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0268003318305199>

94. Coelho-Júnior HJ, Uchida MC, Picca A, Bernabei R, Landi F, Calvani R, et al. Evidence-based recommendations for resistance and power training to prevent frailty in community-dwellers. *Aging Clin Exp Res* [Internet]. 2021 Aug 15;33(8):2069–86. Available from: <https://link.springer.com/10.1007/s40520-021-01802-5>
95. Aquino M, DiMenna FJ, Petrizzo J, Otto RM, Wygand J. Power training improves bone mineral density and fall risk for a postmenopausal woman with a history of osteoporosis and increased risk of falling: A case report. *J Bodyw Mov Ther* [Internet]. 2020 Jul;24(3):44–9. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1360859220300498>
96. Prochaska M, Taylor E, Vaidya A, Curhan G. Low Bone Density and Bisphosphonate Use and the Risk of Kidney Stones. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*. 2017 Aug;12(8):1284–90.
97. Wang E, Nyberg SK, Hoff J, Zhao J, Leivseth G, Tørhaug T, et al. Impact of maximal strength training on work efficiency and muscle fiber type in the elderly: Implications for physical function and fall prevention. *Exp Gerontol* [Internet]. 2017 May;91:64–71. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0531556516302297>
98. Abreu EL, Cheng AL, Kelly PJ, Chertoff K, Brotto L, Griffith E, et al. Skeletal Muscle Troponin as a Novel Biomarker to Enhance Assessment of the Impact of Strength Training on Fall Prevention in the Older Adults. *Nurs Res*. 2014 Mar;63(2):75–82.
99. McKinnon NB, Connelly DM, Rice CL, Hunter SW, Doherty TJ. Neuromuscular contributions to the age-related reduction in muscle power: Mechanisms and potential role of high velocity power training. *Ageing Res Rev*. 2017 May;35:147–54.
100. Motalebi SA, Cheong LS, Iranagh JA, Mohammadi F. Effect of low-cost resistance training on lower-limb strength and balance in institutionalized seniors. *Exp Aging Res* [Internet]. 2018 Jan 16;44(1):48–61. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/0361073X.2017.1398810>
101. Johnen B, Schott N. Feasibility of a machine vs free weight strength training program and its effects on physical performance in nursing home residents: a pilot study. *Aging Clin Exp Res*. 2018 Jul 4;30(7):819–28.
102. Papa E v, Dong X, Hassan M. Resistance training for activity limitations in older adults with skeletal muscle function deficits: a systematic review. *Clin Interv Aging* [Internet]. 2017 Jun;Volume 12:955–61. Available from: <https://www.dovepress.com/resistance-training-for-activity-limitations-in-older-adults-with-skel-peer-reviewed-article-CIA>

103. Tsuchida M, Takenaka Y, Kokue T, Suzuki T, Kurosawa C, Yokouchi Y, et al. Evaluating the immediate effect of the speed alteration task on walking stability using the Timed Up and Go test. *J Phys Ther Sci.* 2023;35(4):2022–141.