



**Universitat de les
Illes Balears**

Facultad de Enfermería y Fisioterapia

Memoria del Trabajo de Fin de Grado

¿Cómo influye la combinación de entrenamiento de resistencia muscular junto con entrenamiento propioceptivo en la reducción del riesgo de sufrir caídas accidentales en personas mayores de 65 años?

Eduard Mascaró Ogazón

Grado de Fisioterapia

Año académico 2018-19

DNI del alumno: 41745061S

Trabajo tutelado por María de la Paz Martínez Bueso

Departamento de enfermería y fisioterapia

Palabras clave del trabajo:

Ejercicio terapéutico, Entrenamiento muscular, Propiocepción, Anciano, Caída.

Resumen.

Introducción:

Anualmente, entre un tercio y la mitad de los ancianos sufre una o más caídas, suponiendo su primera causa de hospitalización.

El crecimiento demográfico y la mayor esperanza de vida llegarán a triplicar esta población a finales del siglo XXI respecto a la actual.

Las perspectivas socioeconómicas advierten de la dimensión del problema y obligan a reflexionar acerca de la efectividad de los programas actuales.

Objetivos:

Conocer cómo influye la combinación de entrenamiento de resistencia junto con entrenamiento propioceptivo en la reducción del riesgo de caídas accidentales en personas mayores de 65 años.

Estrategia de búsqueda bibliográfica:

Las bases de datos utilizadas para la obtención de los artículos publicados en los últimos 10 años son PubMed y EBSCOHost que proporciona resultados de PsycINFO, Academic Search Ultimate y SPORTDiscus with Full Text.

Resultados:

En todas las investigaciones se obtienen resultados positivos tras la intervención combinada de entrenamiento de fuerza y equilibrio. Todos respaldan la asociación entre este método de entrenamiento y la reducción en los factores de riesgo de caídas.

Discusión:

Todos los estudios aportan mejoras en las capacidades físicas de los sujetos. Estas se reflejan en una gran variedad de pruebas de valoración que no se repiten en la misma proporción entre estudios, dificultando la determinación de cuáles son más o menos efectivos.

Conclusiones:

Pese a la falta de protocolización clínica en la prescripción de ejercicios, el trabajo de fuerza junto con equilibrio reduce el riesgo de caídas hasta en un 50%.

Abstract.**Introduction:**

Annually, between one third and half of the elderly suffer one fall or more, assuming their first cause of hospitalization.

The demographic growth and the greater life expectancy will triple this population at the end of the 21st century compared to the current one.

Socioeconomic perspectives warn of the dimension of the problem and force us to reflect on the effectiveness of current programs.

Goals:

To know how the combination of resistance training and proprioceptive training influences in reducing the risk of accidental falls in people over 65 years of age.

Bibliographic search strategy:

The databases used to obtain the articles published in the last 10 years are PubMed and EBSCOHost that provides results from PsycINFO, Academic Search Ultimate and SPORTDiscus with Full Text.

Results:

In all investigations positive results are obtained after the combined intervention of strength and balance training. All of them support the association between this method of training and the reduction in risk factors for falls.

Discussion:

All studies provide improvements in the physical abilities of the subjects. Those are reflected in a great variety of tests that are not repeated in the same proportion between studies. These makes it difficult to determine which are more or less effective.

Conclusions:

Despite the lack of clinical protocolization in the prescription of exercises, strength workout along with balance training can reduce the risk of falls up to 50%.

CONTENIDO:

INTRODUCCIÓN:	4
OBJETIVOS DEL TRABAJO:.....	6
ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA:	7
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA:.....	11
Análisis de la calidad metodológica:.....	11
Características de la muestra:	12
Intervención:	14
Resultados obtenidos tras la intervención:	19
DISCUSIÓN:	22
CONCLUSIONES:	27
BIBLIOGRAFÍA:	28

INTRODUCCIÓN:

Las caídas accidentales son actualmente el mayor problema con el que debe lidiar la sanidad pública mundial en lo que refiere a demandas de la población anciana (1). Estas se definen como un evento inesperado en el cual el sujeto de forma no intencionada pasa a yacer en el suelo o nivel inferior (2).

Dichos eventos suponen la primera causa de hospitalización de personas mayores (3), la primera causa de lesión cerebral traumática (4), la segunda causa de muerte por lesiones accidentales (1) y la primera causa de muerte por lesiones accidentales en mayores de 65 años (5), superando a los accidentes de tráfico como principal causa de muerte (4).

Cada año, un tercio de la población mayor de 65 años sufrirá una o más caídas (3,6,7), siendo los mayores de 80 años los peor parados con una incidencia del 50% (8). Además, la mitad de quienes hayan caído, volverán a hacerlo en el transcurso del siguiente año (3). Estos eventos, son responsables de fracturas, hospitalizaciones, el paso a un estado de dependencia o mayor dependencia funcional, una disminución en la calidad de vida y un aumento en el miedo a caerse (1), además de suponer el 90% de todas las fracturas de cadera en ancianos (6).

Dichas consecuencias propician que uno de cada cuatro sujetos previamente autónomos e independientes en sus actividades de la vida diaria, tras el accidente pasen a requerir cuidados de enfermería durante al menos un año para volver a la independencia (6). Sin haberse lesionado en la caída, frecuentemente también inician una cascada descendiente donde, por miedo a otro evento similar, limitan su actividad resultando en deficiencias físicas y, con ello, un aumento del riesgo de sufrir nuevos episodios (6).

Se calcula un coste medio de 20.000 dólares por cada hospitalización tras caída, lo cual hará que en 2030 se lleguen a invertir hasta 54 mil millones de dólares en costes directos e indirectos por caídas en el mundo (4). Este incremento en los costes, es principalmente debido al aumento de la población mundial junto con una esperanza de vida mucho más alta, lo que llevará a que el número de mayores de 65 años sea superior al 30% de la población en las sociedades occidentales a finales del siglo XXI (3).

Esta perspectiva de futuro parece ser un común denominador en todas las sociedades. Los Estados Unidos, que actualmente están invirtiendo más de 19 mil millones de dólares en cuidados y servicios derivados de las caídas, doblarán el número de ancianos en el año 2030 respecto a los censados en 2013 (6). Australia, prevé un aumento exponencial de su población anciana pasando de suponer el 14% en el año 2010 con 3 millones de personas,

a 8'1 millones en 2050, suponiendo un 23% de su población, y la necesidad de triplicar el coste actual anual (9).

Las perspectivas socioeconómicas advierten de la dimensión del problema y obligan a reflexionar acerca de los planes de prevención llevados a cabo actualmente, cuestionables por su baja efectividad debido al alto índice de caídas.

Para explicar la evidente falta de resultados, la hipótesis en la que se basa este trabajo es que la sociedad tiene una idea preconcebida respecto a la senectud que lleva a considerar a los ancianos como personas frágiles y con capacidades físicas reducidas per se. Al considerar estas características como intrínsecas de la vejez, se adaptan los entrenamientos a lo que se cree infundadamente que deben tolerar los ancianos (10,11), renunciando a un potencial físico que, correctamente estimulado, es capaz de reducir hasta 20 años diferentes parámetros de salud de una persona de 80 (12).

Si se piensa en la mayoría de las recomendaciones, no basadas en la evidencia, que habitualmente dan tanto personal sanitario como no sanitario, prácticamente todas ellas se centran en el fomento de trabajo aeróbico, continuo y de baja intensidad como; caminar, nadar, yoga, etc. De hecho, estos reciben más del 80% del tiempo total que las personas mayores dedican a la práctica deportiva (13). Sin embargo, la incorporación de estas en algunos casos está en entredicho o incluso contraindicada. Caminar, por ejemplo, no ha demostrado tener ningún efecto en los factores de riesgo de caídas, e incluso se contraindica en algunos casos (4,9,13).

Tras los 80, se pierden aproximadamente el 50% de las fibras musculares de tren inferior (12), afectando en mayor medida a las fibras tipo II o glucolíticas (14). Al quedarse por debajo del umbral mínimo de intensidad necesario para su reclutamiento, los ejercicios aeróbicos previamente citados no son efectivos para el trabajo de dichas fibras.

Estas, principales en la musculatura fásica del cuerpo, son las responsables de la ejecución de los movimientos explosivos imprescindibles en una gran cantidad de gestos de la vida cotidiana, el no correcto acondicionamiento para los cuales, supone un riesgo directo de caídas (11).

Por todo ello, esta búsqueda se basa en aquellos artículos que trabajan dos pilares:

Por un lado, la fuerza muscular, para conocer que dosis han demostrado mayores ganancias sin suponer un riesgo para la salud del anciano.

Por otro lado, el trabajo propioceptivo con el objetivo de aumentar la calidad y el número de aferencias nerviosas que, sumadas a las respuestas eferentes mejoradas con el trabajo de fuerza, pueden aumentar la capacidad de estabilización del sujeto.

A nivel de sistema público de salud, una inversión en la implementación de programas activos bien programados y estructurados que reduzcan el número de eventos traumáticos por caída, puede suponer a corto, medio y largo plazo, un cuantioso ahorro económico al reducir la cantidad de medios destinados directa e indirectamente a los tratamientos post caída (15).

Este trabajo pretende fundamentar científicamente la idea de que la salud y la calidad de vida en la senectud pasan por un modelo de vida activo y desafiante para sus capacidades físicas, alejándonos de la idea sobreprotectora que lleva al anciano al sedentarismo, condenándolo a una sarcopenia que mermará su calidad de vida, y hasta incluso llegará a suponer el motivo desencadenante de su muerte en muchos casos.

OBJETIVOS DEL TRABAJO:

Este trabajo se propone conocer cómo influye la combinación de entrenamiento de resistencia muscular junto con entrenamiento propioceptivo en la reducción del riesgo de sufrir caídas accidentales en personas mayores de 65 años. Para ello se establecen los siguientes objetivos secundarios:

1. Determinar los principales parámetros, pruebas y test que usa la comunidad científica para evaluar el riesgo de sufrir caídas accidentales en personas mayores de 65 años.
2. Conocer que capacidades físicas y cognitivas asociadas al riesgo de caídas han mejorado en cada tipo de intervención.
3. Establecer los parámetros óptimos de intensidad, frecuencia y volumen de entrenamiento para producir mejoras significativas en los resultados de los test indicadores de riesgo de caídas sin aumentar el índice de lesión.
4. Conocer que técnicas innovadoras propone la ciencia para reducir el riesgo de caídas.

ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA:

Para el desarrollo de la búsqueda bibliográfica se establecen una serie de palabras clave a partir de las cuales se especifican los descriptores.

Palabras clave:

- Ejercicio terapéutico.
- Entrenamiento muscular.
- Propiocepción.
- Equilibrio.
- Anciano.
- Caídas.

Descriptores según su orden jerárquico:

1r Nivel (inglés/español);

- Resistance training / Entrenamiento de Resistencia.
- Aged / Anciano.
- Postural balance / Balance postural.
- Accidental falls / Accidentes por caídas.

2º Nivel (inglés/español);

- Exercise therapy / terapia por ejercicio.
- Proprioception / Propiocepción.

Operadores booleanos:

- AND, OR y NOT.

Para acceder a la base de datos MEDLINE se usa el motor de búsqueda PubMed, y se concretan los descriptores mediante su propio tesoro MeSH (*Medical Subject Headings*) Database y sus términos anidados.

A través de EBSCOHost se accede a PsycINFO, Academic Search Ultimate y a SPORTDiscus with Full Text.

Criterios de inclusión:

Estudios realizados con personas de edad igual o superior a 65 años que voluntariamente se hayan sometido a un programa de entrenamiento que combine fuerza de resistencia

muscular junto con algún otro método de trabajo, para la mejora propioceptiva y/o el equilibrio.

Criterios de exclusión:

Son descartados los estudios cuya muestra es expresamente seleccionada por cumplir con alguna de las características siguientes:

- Haber sufrido algún accidente cerebrovascular.
- Sufrir algún tipo de enfermedad mental o demencia que incapacitara el cumplimiento de las ordenes proporcionadas.
- Sufrir algún desorden cardio vascular respiratorio.
- Tener algún impedimento neuro musculo esquelético más allá de la prevalente sarcopenia en esta población.
- Sufrir cualquier tipo de enfermedad o dolencia en tobillo, rodilla, cadera, espalda y/o cualquier tipo de comorbilidad severa que influyera en la restricción de la movilidad.
- Padecer cualquier otra enfermedad o proceso de convalecencia que obligara a adaptar la intervención del estudio.

Filtros aplicados:

- No se aceptan estudios anteriores al 2009.
- No se aplican filtros de idioma (aunque se descarta un estudio por encontrarse solo en turco).
- No se filtra por tipo de estudios.

Mediante bola de nieve a partir de dos resultados obtenidos en PubMed, se incluyen dos artículos relevantes para el estudio.

Proceso de búsqueda y selección de artículos:

En la tabla 1 se incluyen los pasos seguidos para obtener los artículos del estudio.

Tabla 1. Proceso de búsqueda.

Base de datos: MEDLINE → Motor de búsqueda: PubMed	
Nivel de búsqueda	Combinación descriptores y resultados
1r	(Resistance training AND Postural balance AND Accidental falls AND Aged) →90 resultados.
1r nivel + uso de los términos anidados.	("Resistance Training"[Mesh] AND "Postural Balance"[Mesh] AND ("Accidental Falls/prevention and control"[Mesh] OR "Accidental

	Falls/therapy"[Mesh] OR "Accidental Falls/trends"[Mesh]) AND "Aged"[Mesh]) → 75 resultados.
2º	((("Exercise Therapy/methods"[Mesh] OR "Exercise Therapy/nursing"[Mesh] OR "Exercise Therapy/organization and administration"[Mesh] OR "Exercise Therapy/standards"[Mesh] OR "Exercise Therapy/therapeutic use"[Mesh] OR "Exercise Therapy/therapy"[Mesh] OR "Exercise Therapy/trends"[Mesh]) AND "Resistance Training"[Mesh] AND ("Proprioception"[Mesh] OR "Postural Balance"[Mesh])) AND ("Accidental Falls/prevention and control"[Mesh] OR "Accidental Falls/therapy"[Mesh] OR "Accidental Falls/trends"[Mesh]) AND "Aged"[Mesh])) → 54 resultados.
Base de datos: PsycINFO, Academic Search Ultimate y SPORTDiscus with Full Text → Motor de búsqueda: EBSCOHost	
Nivel de búsqueda	Combinación de descripciones y resultados
1r	(Resistance training AND postural balance AND accidental falls AND aged) → 15 resultados.

PubMed:

Tras la lectura de los títulos y resúmenes, se descartan 26 de los 54 estudios por criterios de exclusión.

Tras la lectura de los 28 estudios restantes, se descartan otros 11 resultados. 17 artículos pasan a formar parte del estudio.

A partir de los 17 estudios, se incluyen 2 más mediante bola de nieve, obteniendo un total de 19 artículos para el estudio.

Motivo de exclusión de los 37 estudios:

- No combinar en la intervención del estudio el entrenamiento de fuerza con el de equilibrio o propiocepción → 17 estudios.
- Padecer alguna enfermedad musculoesquelética → 5 estudios.
- Presentar alguna enfermedad neurológica, mental o demencia → 6 estudios.
- Muestra con una edad mínima inferior a 65 años → 7 estudios.
- Sufrir alguna otra enfermedad o proceso de convalecencia → 2 estudios.

EBSCOHost:

Se obtiene un total de 15 artículos. 9 de PsycINFO, 3 de Academic Search Ultimate y 3 de SPORTDiscus with Full Text.

De estos resultados, 2 se eliminan por defecto ya que el buscador los identifica como “repeticiones exactas” en la misma búsqueda.

De los 13 restantes, uno es eliminado manualmente por encontrarse solo en turco.

De los 12 estudios restantes, se excluyen 10 por los siguientes motivos:

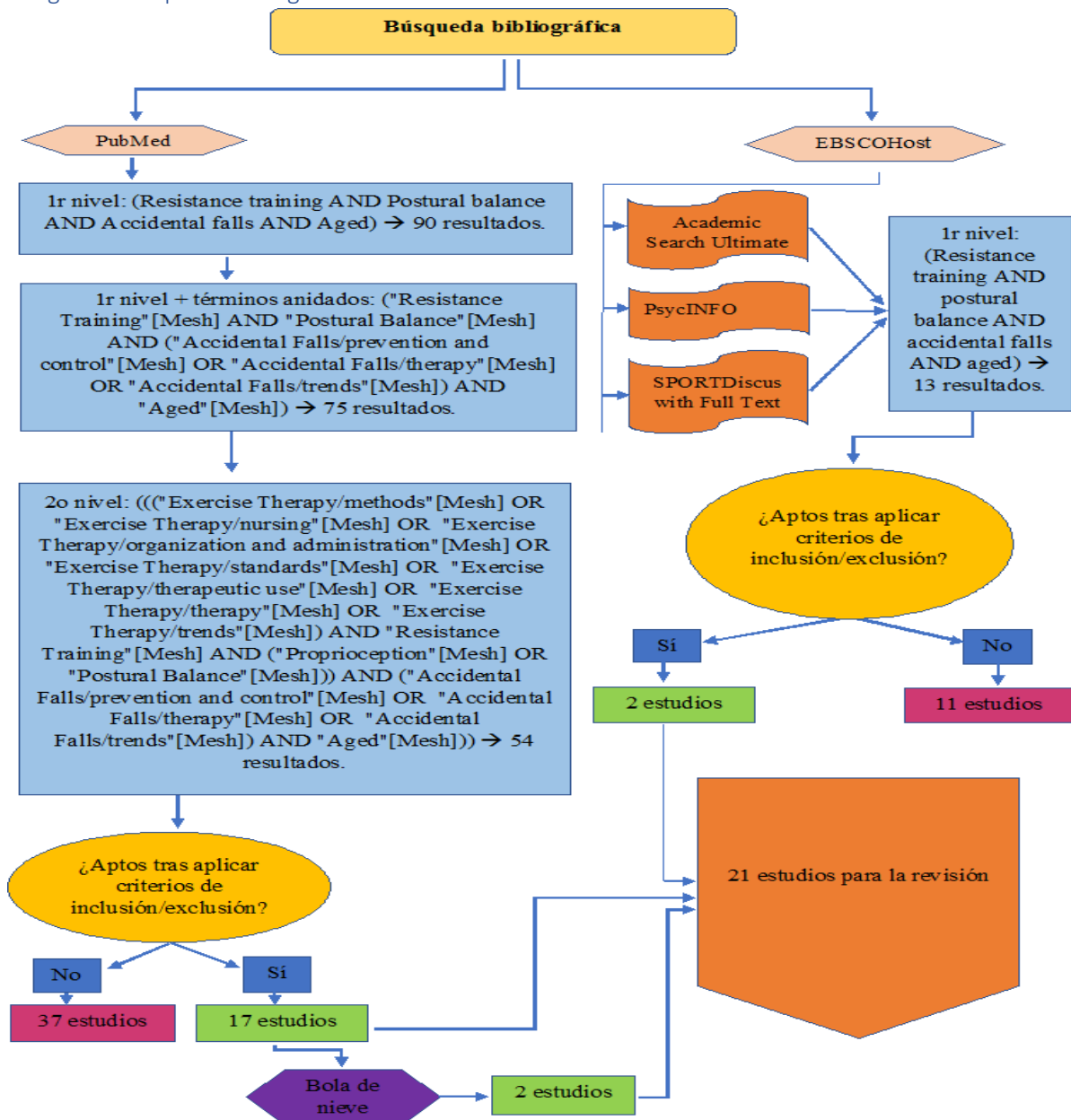
- Muestra con una edad mínima inferior a 65 años → 4 estudios.
- Presentar alguna enfermedad neurológica, mental o demencia → 1 estudio.
- No combinar en la intervención del estudio el entrenamiento de fuerza con el de equilibrio o propiocepción → 1 estudio.
- Estar incluido en el estudio tras la búsqueda en PubMed (repetición) → 4 estudios.

EBSCOHost aporta finalmente 2 artículos, que sumados a los 19 de PubMed conforman los 21 resultados incluidos en este estudio.

Diagrama de flujos:

En la imagen 1 se representa el proceso de obtención de artículos incluidos en la revisión.

Imagen 1. Búsqueda bibliográfica.



RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA:

Los resultados extraídos de los estudios se presentan desglosados en; análisis de la calidad metodológica, características de la muestra, intervención y resultados obtenidos tras la intervención.

Análisis de la calidad metodológica:

Se usa la escala PEDro (Physiotherapy Evidence Database) para evaluar y determinar el nivel de evidencia de todos los estudios experimentales incluidos en esta revisión.

Los sujetos de todos los estudios incluidos saben que tratamiento reciben ya que son ellos quienes realizan conscientemente los ejercicios. Del mismo modo, todos los terapeutas que aplican el estudio saben lo que están aplicando, por ello, ningún estudio obtiene los 2 puntos referentes al cegado de la muestra y del personal.

Debido a la necesidad de evaluar los resultados de forma individual, presencial y dirigida por los terapeutas, estos no pueden ser cegados al medir todos los resultados clave.

La muestra es en su totalidad asignada al grupo intervención (GI) o al grupo control (GC) al azar en todos los estudios excepto en uno en el cual 4 de los sujetos no pueden llevar a cabo la intervención por problemas de visión así que son recolocados manualmente al GC (2).

La asignación ha sido siempre oculta menos en el estudio de Beebe (6) que por motivos obvios al tratarse de un solo sujeto no puede cumplir los criterios de ciego ni aleatorización.

Todos los estudios declaran que, tras la evaluación inicial de los sujetos, no hay ninguna diferencia significativa en ninguno de los valores entre grupos.

El número de participantes asignados a cada grupo es aportado en todos los trabajos. Todos los estudios pasan las escalas de valoración pertinentes a todos sus sujetos en la fase inicial. Al ser estudios mantenidos en el tiempo con más de una toma de datos, se dan bajas en prácticamente todos los estudios. Pese a ello, todos miden al menos uno de los resultados clave en más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos.

De todos los sujetos que han completado los programas, se presentan los datos obtenidos en sus pruebas, además, éstas siempre se han usado para comparar uno o más resultados clave entre el GC y el GI cuando ha habido tales grupos.

Por todo ello, se concluye que el nivel de evidencia según la escala PEDro es de 7 sobre 10 en todos los artículos, excepto por los dos estudios concretados previamente, la puntuación de los cuales es de 6 sobre 10 (2), y de 3 sobre 10 (6).

Características de la muestra:

Las muestras incluidas en este análisis no son generalmente muy amplias.

La posible justificación a esta característica es que prácticamente todos los estudios son experimentales los cuales han tenido que impartir presencialmente y en grupos reducidos, las sesiones de entrenamiento durante largos periodos de tiempo. Una muestra mayor podría suponer el no atendimento suficiente a los participantes.

Los criterios de inclusión y de exclusión de la muestra son muy parecidos entre ellos, y a su vez, muy parecidos a los establecidos previamente en la estrategia de búsqueda.

Tabla 2. Características generales de la muestra.

Autor, año	Diseño	Muestra	Inclusión	Exclusión
Arampatzis, Adamantios et al. 2011	Estudio experimental	55 sujetos	Sanos no deportistas de entre 65-75 años.	Impedimentos neuromusculares, esqueléticos, dolor en extremidades inferiores. Tomar medicación, historial traumático severo, cualquier enfermedad sistémica.
Prata, Melina Galleti et al. 2015	Estudio experimental	11 mujeres	+65 años, valores normales en Mini-Mental State Examination (MMSE).	Desordenes neurológicos, musculoesqueléticos, dolor que interfiera con actividades de la vida diaria, prótesis en extremidad inferior, hipotensión ortostática, medicación psicoactiva o vasoactiva.
Beebe, Justin A. et al. 2013	Estudio experimental	1 mujer	70 años, historial de 3 caídas en los últimos 8 meses.	--
Cadore, Eduardo L. et al. 2013	Estudio experimental	24 sujetos	85 años o más, reunir tres o más criterios en test fragilidad de Fried.	Demencia, Índice de Barthel (BI)<60, reciente paro cardíaco, síndrome de inestabilidad coronaria, insuficiencia cardíaca, bloqueo cardíaco, cualquier condición médica inestable.
Pichierri, Giuseppe et al. 2012	Estudio experimental	25 sujetos	+65 años, MMSE superior o igual a 22, capaces de bipedestación erguida 5', no enfermedades rápidamente progresivas, terminales, agudas o crónicas inestables.	--
Clemson, Lindy et al. 2012	Estudio experimental	317 sujetos	+70 años, historial de dos o más caídas o una caída con lesiones en los últimos 12 meses.	Problemas cognitivos moderados/severos, no hablar inglés, incapacidad deambulacion independiente, alguna condición neurológica que influyera severamente a su marcha o movilidad, vivir en un asilo o hostal, enfermedad inestable/terminal.
Davis, J. C. et al. 2011	Estudio experimental	155 mujeres	Entre 65-75 años, cognitivamente intactas, agudeza visual 20/40 o mejor.	Incapacidad de comunicarse en inglés, tener el ejercicio contraindicado, enfermedad neurodegenerativa, tomar

				inhibidores de colinesterasa, estar tratado por depresión.
Eckardt, Nils 2016	Estudio experimental	83 sujetos	Tener entre 65-80 años, vivir en la comunidad, poder caminar sin ayudas técnicas.	Enfermedad mental, neurológica, musculoesquelética, o cardíaca.
LaStayo, Paul et al. 2017	Estudio experimental	134 sujetos	+65 años, haber sufrido una caída en el último año, vivir en la comunidad, velocidad de marcha entre 0.42 y 1.3 m*s-1. Capacidad cognitiva conservada, obtener dos o más condiciones de co-morbilidad. Aprobación del fisioterapeuta.	Enfermedad neurológica progresiva, sufrir distrofias o problemas reumáticos, haber participado en un MCEFRP, estar realizando de forma regular entrenamiento en los últimos 12 meses, tener alguna contraindicación para resonancia magnética.
Lacroix, André et al. 2016	Estudio experimental	66 sujetos	Tener entre 65-80 años. Marcha independiente y sin ayudas técnicas.	No llegar a la puntuación de corte en MMSE y en el Clock Drawing Test (CDT). Haber participado en un programa de fuerza o equilibrio en los últimos 6 meses.
van het Reve, Eva et al. 2014	Estudio experimental	182 sujetos	+65 años, MMSE +22, capaces de caminar 20 metros, no presentar enfermedades de rápida progresión ni agudas ni crónicas inestables.	--
Donath, Lars et al. 2016	"Framework"	--	--	--
Granacher, Urs et al. 2013	Estudio experimental	32 sujetos	Marcha independiente sin asistencia técnica, sanos cognitivamente.	Desordenes musculoesqueléticos, neurológicos u ortopédicos. Haber participado en un programa similar previamente.
Sousa, Nelson et al. 2017	Estudio experimental	66 hombres.	Tener entre 65-79 años, independientes, no haberse sometido previamente a un programa de entrenamiento, aprobación médica.	Fumar, obesidad severa, grado 3 de hipertensión, historial de caídas, enfermedades neurológicas, mentales o cognitivas. Problemas ortopédicos, pulmonares, o cardíacos.
Hagedorn, D K et al. 2010	Estudio experimental	27 sujetos	Dynamic Gate Index score (DGI) <19, ser capaces recibir feedback visual en un proyector, capaces de seguir instrucciones.	MMSE <20, no poder ponerse en pie, agudeza visual <6/24.
Ansai, Juliana Hotta et al. 2016	Estudio experimental	69 sujetos	80 años o más, no residentes en asilo, sedentarios, capaces de caminar e ir al punto de entrenamiento 3 veces a la semana.	Alguna enfermedad que contraindique la actividad física.
Pollock, Ross D et al. 2012	Estudio experimental	77 sujetos	2 o más caídas en los últimos 12 meses o una caída + Timed-Up-ang-Go (TUG)>15s.	Protesis de rodilla, vértigo, demencia.

Shubert, Tiffany E. et al. 2017	Cohorte	--	--	
Merom, Dafna et al. 2012	Cohorte	5681 sujetos	Tener 65 años o más.	--
Shubert, Tiffany E. 2011	“Revisión de la literatura”	--	--	--
Sherrington, Catherine et al. 2011	Revisión sistemática	--	--	--

Intervención:

Se proporciona una gran variedad de propuestas para conseguir reducir los factores de riesgo de caídas.

Un trabajo se limita a comparar los valores pre y post intervención de un solo grupo al cual se le aplica un programa de fuerza y equilibrio (1), otro compara estos resultados a un GC el cual realiza ejercicios de movilidad parecidos a los habitualmente propuestos en asilos y centros para ancianos (11). El estudio de Arampatzis (16) compara el trabajo de fuerza y equilibrio con el entrenamiento puramente de equilibrio. Del mismo modo, pero con el planteamiento inverso, otros trabajos comparan los efectos de entrenar fuerza y equilibrio con los de entrenar solamente la fuerza (12,15).

Otros estudios, al trabajo de fuerza y equilibrio le añaden otro componente como el uso de plataforma vibratoria (8) o el trabajo cognitivo mediante nuevas tecnologías (2). Con la misma intención de trabajar el sistema cognitivo, un estudio añade al trabajo de fuerza y equilibrio, el uso de plataformas de baile, con las cuales trabajan tanto habilidades motrices como cognitivas (10). Sin hacer hincapié en los beneficios cognitivos, otro estudio también incluye la práctica de baile al trabajo de fuerza y equilibrio (6).

El entrenamiento de fuerza y equilibrio también es comparado con la adaptación de los gestos y actividades de la vida cotidiana para comprobar si unos hábitos físicamente exigentes pueden dar mejores resultados o parecidos a dicho entrenamiento (17).

Dentro del mismo trabajo de fuerza y equilibrio, otros estudios buscan comprobar cómo varían los resultados al considerar diferentes aspectos como la ejecución del trabajo de fuerza de forma tradicional, o ejecutar solo la parte excéntrica de los ejercicios (5). Otro estudio, compara la diferencia entre supervisar o no las sesiones de entrenamiento (18), y

otro, compara los efectos de realizar el entrenamiento de fuerza en un medio estable o inestable (19). Más aspectos de la fuerza son evaluados, como la importancia de esta en zona abdominal (14) o la importancia del trabajo combinado por encima del entrenamiento puramente aeróbico (20).

Los estudios no experimentales incluidos en este trabajo tratan aspectos muy dispares. Donath (3) defiende la posibilidad de incorporar los circuitos de agilidad como forma de integrar todas las habilidades motrices trabajadas de forma aislada en los entrenamientos habituales. El trabajo de Shubert (7) se basa en la comparación de los resultados obtenidos procedentes de dos modelos de entrenamiento ya aplicados en la comunidad, y el trabajo de Merom (13) busca conocer cuáles son los hábitos de las personas mayores en cuanto a actividad física se refiere.

Dos trabajos se centran en encontrar la mejor dosis y el mejor método de entrenamiento propuestos y estudiados por la comunidad científica (4,9).

Tabla 3. Intervención de los estudios experimentales.

Autor, año	Grupo experimental (GI)	Grupo control (GC)	Tº de estudio
Aramp atzis, Adama ntios et al. 2011	<p>Grupo estabilidad. 9 mujeres, 4 hombres: 1- Ejercicios para aumentar base de sustentación mediante ejecución de todo tipo de pasos 2- Ejercicios para segmentos contra-rotacionales alrededor del centro de masas; Incluye brazos y piernas (sin dar pasos) para mantener el equilibrio sobre diferentes superficies o mientras se realizan otras tareas desestabilizadoras.</p> <p>Grupo Estabilidad + fuerza muscular. 11 mujeres, 2 hombres: Intervención igual que grupo de estabilidad, más entrenamiento de fuerza en máquinas; flexión y extensión de rodilla, flexión de cadera, extensión de tobillo. 3 sets de 10-15 repeticiones al 50-70% 1RM.</p>	5 mujeres 7 hombres: No intervención.	14 semanas 2sesiones/semana de 1'5h.
Prata, Melina Galleti et al. 2015	<p>Único grupo. 11 mujeres. Entrenamiento fuerza: 3 sets de 10 repeticiones por ejercicio. Primeras 4 semanas, al 50% del 1RM. De la 4ª a la 8ª, al 60%. Al 70% en las últimas 4 semanas. 1- Cuadriceps; En silla extensora. 2- Gastrognemios; flexiones plantares con tobilleras lastradas. 3- Tibial anterior; dorsiflexiones usando tobilleras lastradas. Entrenamiento de equilibrio: Mediante uso de Nintendo®Wii Fit program + Wii Malance Board. Tres diferentes juegos: Table Tilt, Tightrope y Penguin Slide. El nivel se individualizo respecto a sus capacidades. Partidas de 10' con descanso entre ellas.</p>		12 semanas 2sesiones/semana (días alternos) de 60' (30' entrenamiento o fuerza + 30' entrenamiento o propioceptivo).

Beebe, Justin A. et al. 2013	<p>Único grupo. 1 mujer.</p> <p>1- 10' calentamiento en NuStep T5XR. 2- Extensiones rodilla (fase concéntrica) 4x10 a 240°/s + 3' descanso + 4x10 a 300°/s.</p> <p>Primeros 4 tratamientos, 2 sets a cada velocidad. 3- Ejercicios marcha dinámica; marcha, marcha lateral, cambios dirección, circuitos de obstáculos, marcha con doble tarea. 4- Balance funcional mediante superficies inestables y cambios de posición del centro de masas. 5-Ejercicios core.</p> <p>Dos sesiones semanales de baile en línea.</p>		<p>12 semanas</p> <p>4 sesiones/semana (2 entrenamiento+2 baile) de 90'.</p>
Cadore, Eduardo L. et al. 2013	<p>8 mujeres, 3 hombres.</p> <p>1- 5' calentamiento. 2- 10' equilibrio y reeducación de la marcha: (Mantenerse de pie en semitandem, caminar en línea, practica de escalones, caminar con pequeños obstáculos, ejercicios propioceptivos en superficies inestables, alteraciones de la base de sustentación y transferencias de peso de una pierna a otra). 3- 20' fuerza resistencia (extensión de pierna bilateral, extensión de rodilla, press de banca sentado. 8-10 repeticiones por ejercicio, 40-60% de la 1RM ejecutado a máxima velocidad posible). 4- 5' estiramientos.</p>	<p>10 mujeres, 3 hombres.</p> <p>Ejercicios de movilidad activos y pasivos.</p>	<p>12 semanas</p> <p>GI: 2 sesiones/semana (días alternos) de 40'</p> <p>GC: 4 sesiones/semana de 30'.</p>
Pichierrri, Giuseppe et al. 2012	<p>14 sujetos.</p> <p>Intervención cognitivo-motriz: entrenamiento progresivo de resistencia, equilibrio y baile en videojuego.</p> <p>1- 5' Calentamiento. 2- 25' entrenamiento resistencia (core y piernas, ejecutando 2 sets de 10-15 repeticiones x ejercicio, 1' descanso entre series). 3- 10' equilibrio estático y dinámico. 4- 20' baile (4 canciones de 2-3' descanso 30" entre canción).</p> <p>Baile sobre tabla de metal con cuatro flechas representadas.</p> <p>El programa reproducía en una pantalla frente al paciente las flechas que debían pisar en la tabla.</p> <p>Para mayor carga cognitiva, en la pantalla salían distracciones que debían ser obviadas por el participante.</p>	<p>11 sujetos.</p> <p>Participaron voluntariamente y sin registro ni objetivos en sesiones ofrecidas por sus centros. Al igual que se hace cotidianamente asilos.</p>	<p>12 semanas.</p> <p>GI: 2 sesiones/semana de 60'.</p> <p>GC: Sin seguimiento.</p>
Clemson, Lindy et al. 2012	<p>Grupo LiFE:</p> <p>107 personas (59 mujeres, 48 hombres).</p> <p>Adaptación de las actividades de la vida diaria para aumentar demanda de equilibrio y fuerza.</p> <p>Grupo ejercicios estructurados:</p> <p>105 personas (57 mujeres, 50 hombres).</p> <p>7 ejercicios para el equilibrio y 6 para la fuerza de tren inferior usando tobilleras lastradas.</p>	<p>105 personas (58 mujeres, 49 hombres).</p> <p>12 ejercicios suaves y de flexibilidad en sedestación, decúbitos y en bipedestación apoyados.</p>	<p>12 meses.</p> <p>Grupo LiFE: "todo el día, cada día"</p> <p>Grupo de ejercicios estructurados: 3 sesiones/semana.</p>
Davis, J. C. et al.	<p>Entrenamiento Resistencia una vez semana: 54 sujetos.</p> <p>Entrenamiento Resistencia dos veces semana: 51 sujetos</p>	<p>Equilibrio y tono muscular dos veces semana: 50 sujetos.</p>	<p>12 meses. 1 o 2</p>

2011	Ambos grupos mediante el mismo protocolo progresivo de alta intensidad.	1- 10' Estiramientos y rangos de movilidad. 2- 40' fuerza core. 3-10' equilibrio y técnicas de relajación.	sesiones/semana.
Eckardt, Nils 2016	<p>Grupo 1: Entrenamiento de resistencia basado en máquinas estables (M-SRT). 27 sujetos 1- 10' calentamiento en stair-walker. 2- Sentadillas en maquina Smith. 3- Prensa de piernas. 4-Puente.</p> <p>Grupo 2: Entrenamiento inestabilidad con máquinas (M-URT). 26 sujetos 1- 10' calentamiento en stair-walker. 2- Sentadillas en maquina Smith sobre superficies inestables. 3- Prensa de piernas con dispositivos de inestabilidad entre la máquina y los pies. 4-Puente con dispositivos de inestabilidad bajo pies y hombros.</p> <p>Grupo 3: Entrenamiento inestabilidad con peso libre (F-URT). 22 sujetos 1- 10' calentamiento en stair-walker. 2- Sentadillas con mancuernas. 3- Front lunge con mancuernas. 4- Puente con dispositivos de inestabilidad bajo pies y hombros.</p> <p>Misma distribución en los 3 grupos, 4 bloques: 1 semana introductoria seguida de 3 bloques de 3 semanas. Bloque 1: 1-2 x 10 reps (poco peso) Bloque 2: 2x12 reps (50% 1RM) Bloque 3: 3x12 reps (60% 1RM) Bloque 4: 4x12 reps (60% 1RM).</p>		10 semanas 2sesiones/semana (días alternos) de 60'.
LaStayo, Paul et al. 2017	<p>Multi-component exercise fall reduction program (MCEFRP) + Resistance exercise via negative, eccentrically-induced, work (RENEW): 68 personas (45 mujeres, 23 hombres).</p> <p>El MCEFRP (igual para los dos grupos) 15'/20' sesión incluye ejercicios de flexibilidad, equilibrio estático y dinámico, ejercicios de alta y baja intensidad muscular.</p> <p>RENEW: resistencia excéntrica progresiva de flexores rodilla y cadera desde 15-75° de flexión de rodilla. Se progresó en intensidad según la escala Borg de un 7 a un 13 y de 3' a 15'.</p>	<p>MCEFRP + Entrenamiento tradicional (TRAD): 66 personas (42 mujeres, 24 hombres)</p> <p>TRAD: 3 series de 15 repeticiones del seated bilateral leg press exercise al 60-65% de su 1RM durante las 2 primeras semanas. Las 10 siguientes se realizaron al 70% (reevaluado cada 2 semanas).</p> <p>+ 3 series de 15 repeticiones de Standing multidireccional straight leg exercises con tobilleras lastradas.</p>	3 meses. 3sesiones/semana de 60' (36 sesiones).
Lacroix, André et al. 2016	<p>Balance and Strength training (BST) supervisado (SUP): 22 personas (8 hombres, 14 mujeres).</p> <p>BST no supervisado (UNSUP): 22 personas (8 hombres, 14 mujeres)</p> <p>Mediante peso corporal o ayuda de "equipamiento" de la vida cotidiana como botellas o toallas. Intensidad 12-16 en escala Borg.</p> <p>1- Equilibrio estático. 4 series de 20" con 30" descanso entre ellas. 2- Equilibrio dinámico. 4 series de 20/60" con 30" descanso entre ellas. 3- Fuerza. 3 series de 8/15 repeticiones con 60/120" descanso entre ellas.</p>	GC: 22 personas (9 hombres, 13 mujeres). No se sometieron a ningún tipo de entrenamiento.	12 semanas 3 sesiones/semana (días alternos) de 45'.

	Músculos; muslos, abdominales, glúteos, flexores y extensores plantares, espalda alta y baja.		
van het Reve, Eva et al. 2014	<p>Strength-balance (SB): 98 sujetos Fuerza 30': extensores cadera, abductores, aductores, flexores y extensores de rodilla, flexores dorsales y plantares de tobillo, abdominales y espalda.</p> <p>Equilibrio 10': Bipedestación monopodal, tándem estático y dinámico, caminar sobre talones, hacia atrás, de costado, giros, transferencias de sentado a bipedestación. Se usaron cojines de aire.</p> <p>Flexibilización: tras la sesión para mejorar rango articular.</p> <p>Strength-balance-cognitive (SBC): 84 sujetos Mismo trabajo que el grupo SB + CogniPlus training program basado en 3 juegos: 1- Alert, para aumentar capacidad de atención. 2- Select, para responder rápidamente a estímulos relevantes y suprimir los irrelevantes. 3- Divid, trabajo para la multitarea simultánea.</p>		12 semanas 2 sesiones/semana de 40'SB o 50'SBC.
Granacher, Urs et al. 2013	<p>Core Instability Strength Training: 16 sujetos (8 mujeres, 8 hombres).</p> <p>1- 10' calentamiento: ejercicios de core a intensidad moderada. 2- ejercicios de core frontales, dorsales, rotacionales y laterales. (3/4sets por ejercicio con 15/20" de contracción isométrica o 15/20 repeticiones dinámicas. Todos con descansos de 30" entre series y 2/3' entre ejercicios). 3- 5' estiramientos.</p>	16 sujetos (9 mujeres, 7 hombres). Siguió con su vida habitual.	9 semanas. 2 sesiones/semana (18 sesiones) de 60'.
Sousa, Nelson et al. 2017	<p>Aerobic exercise group: 22 hombres Dos sesiones/semana en suelo + una en agua. 1- 10' calentamiento (ejercicios de marcha y flexibilidad). 2- 30' cardiorespiratorio (caminar). 3- 10' fortalecimiento muscular (3 series de 3 ejercicios de 15-20 repeticiones). 4- 5' respiraciones y estiramientos. Todos a intensidad moderada-vigorosa (12-17 puntos en la escala Borg, 50-84% 1-RM).</p> <p>Combined aerobic and resistance exercise group: 22 hombres Igual que el anterior, pero una sesión (no de agua) fue substituida por entrenamiento de fuerza. 3 series de 10-12 repeticiones de: bench press, leg press, lateral pull-down, leg extensión, military press, leg curl y arm curl. Siempre en este orden al 65% del 1RM en las primeras 8 semanas. 75% del 1RM entre la semana 8 y la 24. 70% del 1RM entre las semanas 24 y 28. 65% 1RM entre las semanas 28 y 32.</p>	22 hombres. Siguió con su vida habitual.	32 semanas. 3 sesiones/semana de 55'.
Hagedorn, D K et al. 2010	<p>Traditional balance training (TB): 12 sujetos Progressive resistance muscle strength training: 1-Poleas para los músculos más grandes de extremidad superior (3 veces a 10-15RM). Para los músculos largos de extremidad inferior, poleas y leg press (3 veces 10-15RM). 2-100 escalones en maquina a nivel 2 hasta 150 a nivel 3. 3-Ciclogómetro mínimo 15' y mínimo 3km hasta 10km.</p> <p>Participación en juegos de pelota.</p> <p>Equilibrio estático sobre diferentes superficies con ojos abiertos o cerrados. Equilibrio dinámico con ejercicios de marcha.</p> <p>Visual computer feedback balance training (CB): 15 sujetos</p>		12 semanas 2 sesiones/semana de 1.5 horas.

	Mismo entrenamiento que el TB cambiando el entrenamiento de equilibrio por uno mediante sistema de feedback computerizado con 3 sensores que registran la posición del cuerpo. Usaron 4 juegos con distintos propósitos.		
Ansai, Juliana Hotta et al. 2016	<p>Multicomponent training: 23 sujetos 1- 5' calentamiento cicloómetro 2- 13' aeróbico (60-85FCR) cicloómetro. 3- 15/20' fuerza a intensidad 14-17 escala Borg (diagonales tren superior, abdominales, sentadillas y musculatura de tobillo) hasta 15 repeticiones, hasta 3 series. 4- 10' equilibrio estático y dinámico. 5- 5' estiramientos y respiraciones</p> <p>Resistance training: 23 sujetos Maquinas adaptadas; 1-leg press. 2-chest press. 3-triceps sural. 4-extensión espalda. 5-abdominales. 6-remo. 3 sets de 10/12 repeticiones máximas a velocidad moderada en las dos primeras series, y hasta la fatiga en la 3a. 1' descanso entre series.</p>	23 sujetos sin intervención.	16 semanas 3 sesiones/semana de 1h.
Pollock, Ross D et al. 2012	<p>Exercise with whole-body vibration: 38 sujetos Combinación de ejercicios progresivos de fuerza, equilibrio y movilidad funcional + al final de la sesión, 5x1' con 30" entre series de vibración en todo el cuerpo en plataforma, a 15-30Hz y 2-8mm impulso a impulso.</p>	<p>Exercise without whole-body vibration: 39 sujetos Ejercicios progresivos de fuerza, equilibrio y movilidad funcional.</p>	8 semanas 3 sesiones/semana de 60'.

Resultados obtenidos tras la intervención:

En la siguiente tabla se recogen de forma simplificada y objetiva los resultados obtenidos en cada estudio. Estos serán analizados en el apartado de discusión.

Tabla 4. Resultados.

Autor, año	Resultados obtenidos
Arampatzis, Adamantios et al. 2011	<p>Grupo estabilidad+fuerza, incremento significativo momento máximo fuerza isométrica extensión rodilla</p> <p>Ambos GI mostraron recuperar equilibrio con el paso de una pierna partiendo desde posición más inestable y descenso significativo de margen necesario para frenar caída con único paso al frente.</p> <p>No cambios GC</p> <p>Tiempo hasta flexión máxima de cadera disminuyó, momento de esta durante la fase hasta tocar el suelo se incrementó significativamente tras la intervención en los dos GI.</p> <p>No diferencias significativas entre los dos GI.</p>
Prata, Melina Galleti et al. 2015	<p>TUG medio de 10.8 +/- 1.9s a 9.1 +/- 1.6s.</p> <p>Falls Efficacy Scale-International (FES-I) mejora significativa</p> <p>Fuerza prensil no diferencias significativas</p>
Beebe, Justin A. et al. 2013	<p>Fuerza máxima mejoró 28'5% / 37'4% (piernas derecha/izquierda). Ritmo desarrollo fuerza mejoró 57'9% / 49'9% (piernas derecha/izquierda).</p> <p>Berg Balance Scale (BBS) +7 puntos, TUG -5,4s situando a la paciente en zona de no riesgo de caídas</p>
Cadore, Eduardo L. et al. 2013	<p>GC, empeoró en 5-m habitual gate velocity. GI no mejora significativa.</p> <p>TUG GI mejoro, GC empeoro.</p> <p>GI redujo número caídas y mejora rice from a chair. GC sin cambios</p> <p>GI moejoró BI comparado con GC.</p>

	<p>GC enlentecimiento de marcha con tarea aritmética, y fuerte tendencia a pérdida velocidad de marcha al unirla con tarea verbal. El GI no presentó cambios.</p> <p>GI mejoró fuerza isométrica flexión de cadera (27.2+/-9.5%), extensión de rodilla (23.6+/-10.3%).</p> <p>No cambios en fuerza prensil de mano.</p> <p>GC pérdidas significativas fuerza prensil de mano y extensión de rodilla.</p> <p>GI aumento fuerza máxima dinámica y potencia.</p> <p>Mejoras significativas en sección transversal del músculo (CSA) del área de alta densidad del cuádriceps femoral, totalidad del cuádriceps femoral y totalidad de flexores de rodilla solo en GI.</p>
Pichierri, Giuseppe et al. 2012	<p>GI tiempo de registro medio -17.9% en todos los parámetros temporales entre pre y post entrenamiento. (tarea simple: -15.7%; dual-task: -20.1%).</p> <p>GC, incrementó tiempos en +1.3% en todos los parámetros temporales evaluados (tarea simple: +1.5%; dual-task: -4.1%).</p> <p>Dual-task mostró mayores tiempos en todas las pruebas comparado con tarea simple (GI: +42.7%; GC: +30%).</p>
Clemson, Lindy et al. 2012	<p>Incidencia total de caídas: programa LiFE 1.66 por persona/año (-31%), programa estructurado 1.90 (-19%) y 2.28 GC. (significativo a partir de 30%)</p> <p>El programa estructurado mejoras significativas en five level scale.</p> <p>Equilibrio dinámico; mejora significativa en grupos experimentales comparado con el GC.</p> <p>Fuerza tobillo mejoró significativamente en el programa LiFE comparado con GC.</p> <p>Fuerza rodilla y cadera no significativa mejora en ningún grupo.</p> <p>Late Life Function Index, confianza en el equilibrio y gasto total energético mostraron cambios significativos en los dos grupos experimentales.</p> <p>Physical Activity Scale for the Elderly y estado de salud percibida (EQ-VAS), mostraron mejoras significativas tras programa LiFE.</p> <p>No se vieron cambios significativos en la masa libre de grasa.</p>
Davis, J. C. et al. 2011	<p>Ningún grupo experimental ha mostrado mejoras respecto al GC en la reducción del número de caídas.</p> <p>Además de ser más efectivos, la media total de coste en sanidad fue significativamente más baja para los grupos de uno y dos entrenamientos semanales comparado con el GC.</p>
Eckardt, Nils 2016	<p>Descenso en miedo a sufrir caídas. No se detectaron diferencias entre grupos.</p> <p>La fuerza prensil de mano se mantuvo insignificante en todos los aspectos.</p> <p>Chair rise test mostró mejoras en todos los grupos.</p> <p>Functional reach test (FRT) y FRT con inestabilidad mostraron mejoras en todos los grupos. F-URT reveló mayores beneficios.</p>
LaStayo, Paul et al. 2017	<p>6MW, Activities Specific Balance Confidence scale (ABC), fuerza extensora de piernas, área de la sección transversal del músculo, número de caídas o “casi-caídas”. Ninguno mostró diferencias significativas entre grupos.</p>
Lacroix, André et al. 2016	<p>Test de Romberg; Mejora significativa grupo supervisado (SUP) de pre a post intervención y de pre a “follow-up”.</p> <p>No cambios significativos en el grupo sin supervisión (UNSUP) ni en grupo controlado (CON).</p> <p>Caminar single task; Grupo SUP mejoras significativas de pre a post intervención en la velocidad del paso, no en la longitud. De pre a “follow-up”, se hallaron mejoras significativas en los dos parámetros. No cambios significativos en ninguno de los parámetros en el grupo UNSUP ni en CON.</p> <p>Caminar dual task; No mejoras significativas en ninguno de los grupos.</p> <p>TUG; grupo SUP, mejora significativa tanto en post intervención respecto al pre-intervención como en el “follow-up” respecto al pre-intervención. No mejoras significativas en ningún otro grupo.</p> <p>FRT; SUP y UNSUP mejoraron significativamente del pre al post, y del pre al “follow-up”.</p> <p>Fuerza muscular tren inferior: Tanto el SUP como el UNSUP mejoraron del pre al post y del pre al “follow-up”.</p> <p>Composición corporal: No hubo cambios significativos en el CON ni en el SUP. El UNSUP redujo significativamente su tejido magro de piernas de pre a post, pero no de pre a “follow-up”.</p>

van het Reve, Eva et al. 2014	<p>Diferencias significativas de pre a post intervención en velocidad, y longitud del paso. En longitud de paso, mejora significativa en grupo strenght-balance-cognitive (SBC) respecto al strength-balance (SB).</p> <p>Mejoraron equilibrio, iniciación de la marcha, y chair rice performance. No diferencias entre grupos.</p> <p>Mejoras entre pre y post-test de ambos grupos en expanded-timed up and go. SBC mejoró significativamente el tiempo de comenzar la marcha.</p> <p>Los dos grupos mejoraron sin diferencias significativas en funciones ejecutivas.</p> <p>Capacidad de atención dividida; mejoras significativas del grupo SBC respecto SB.</p> <p>No diferencias significativas entre grupos en FES-I.</p> <p>Caídas se redujeron 81% en SB y 83% en SBC durante intervención. Un 58% ,46% respectivamente en siguientes 12 meses tras intervención.</p>
Donath, Lars et al. 2016	<p>Entrenamiento de equilibrio y fuerza puede reducir factores de riesgo y tasa de caídas. Capacidad aeróbica adecuada mejora la salud cardiovascular y es útil en la prevención de caídas. Puede atenuar las disminuciones del control postural relacionadas con la fatiga durante las actividades de la vida diaria.</p>
Granacher, Urs et al. 2013	<p>GI: Mejoras fuerza de musculatura de tronco en flexión, extensión, flexores laterales y rotadores izquierdos.</p> <p>Mejoras significativas movilidad espinal en los dos parámetros, equilibrio dinámico y en movilidad funcional.</p> <p>GC: ningún cambio significativo.</p>
Sousa, Nelson et al. 2017	<p>Cambios significativos en TUG, FRT, 6 minute-walk (6MW), 30-second chair stand test (30-SCST).</p> <p>Cambios en índice de masa corporal correlacionados con mejoras en 6MW</p> <p>Cambios en TUG correlacionados con cambios en 30-second chair test y 6MW.</p> <p>Cambios en FRT correlacionados con 6MW y TUG.</p> <p>Correlación 30-SCST y el 6MW.</p> <p>Mejoras 1RM en todos los ejercicios de piernas.</p> <p>Ambos GI mejoran, el grupo aerobic+strength mejora más en todas las pruebas.</p>
Hagedorn, D K et al. 2010	<p>Mejoras significativas en extensión de rodillas, dorsiflexión de tobillo y en el 30-SCST.</p> <p>El 6MW muestra datos de mejora.</p> <p>TUG, FES-I y ejercicios de equilibrio no reflejaron cambios significativos en el post intervención.</p> <p>Grupo de entrenamiento tradicional de equilibrio, muestra mejoras significativas en Modified Clinical Test of sensory Interaction and Balance post entrenamiento mientras que no se observaron mejoras en el grupo con feedback computerizado (CB).</p> <p>El grupo CB mejoró en todos los valores en los juegos virtuales de coordinación y cognición.</p>
Ansai, Juliana Hotta et al. 2016	<p>No interacción significativa entre grupos respecto a sus resultados en ninguna variable.</p> <p>El grupo de entrenamiento multicomponente (MT) presentó una mejora en el sit-to-stand y en el one-leg standing tests entre la primera y la segunda medición y entre la primera y la tercera.</p> <p>No hubo diferencias en la frecuencia de caídas entre grupos ni entre la primera y la segunda medición</p>
Pollock, Ross D et al. 2012	<p>TUG mejoró respecto a medición inicial a las 4 y 8 semanas en ambos grupos.</p> <p>No diferencias entre medición inicial y 6 meses post intervención en ningún grupo.</p> <p>Solo el grupo con vibración mejoró de la semana 4 y la 8.</p> <p>Six-meter walk mejoró significativamente más en el grupo con vibración a las 4 semanas y a las 8.</p> <p>A los 6 meses los dos grupos se situaron en los mismos valores que los iniciales.</p> <p>Los sujetos sometidos a vibración realizaron en test con menos pasos en la semana 4 y 8 comparado con la medición inicial, mientras que eso no sucedió hasta las 8 semanas en el grupo sin vibración.</p> <p>Los dos grupos volvieron a los valores iniciales tras 6 meses.</p> <p>Los dos grupos mejoraron significativamente en la BBS tras 4 y 8 semanas. Tras 6 meses los valores volvieron a coincidir con los de inicio.</p>

	El miedo a caídas mejoró de forma similar en los dos grupos y volvieron a sus valores iniciales tras 6 meses post intervención. Los dos grupos mostraron mejoras similares en sus cuestionarios de health-related quality of life a las 8 semanas. Y tampoco se mantuvo tras 6 meses post intervención.
Shubert, Tiffany E. et al. 2017	Community OEP mostraron mejoras significativas en todos los resultados de actividad física. El US OEP, en casi todos. Entre los dos modelos OEP, no hubo diferencias significativas.
Merom, Dafna et al. 2012	Caminar, actividad más prevalente (81%), Seguimiento de entrenamiento muscular (12%). Entrenamiento de equilibrio en quinta posición (6%) con una media semanal de 90'. Prevalencia en baile, tai chi, tenis, yoga y deportes de equipo, inferior al 4%, media semanal de 105', 167', 186' y 167' respectivamente. Personas con problemas en la marcha o ayudas para caminar y quienes habían caído más de 2 veces en el último año, fueron entre 20 y 40% más sedentarios.
Shubert, Tiffany E. 2011	Para obtener resultados óptimos, el programa de ejercicios necesita ser estructurado, individualizado, progresivo, y debe alcanzar la dosis mínima de ejercicio. Programas aplicados tanto por fisioterapeutas como por personal preparado y supervisado por fisioterapeutas, han demostrado ser igual de efectivos.
Sherrington, Catherine et al. 2011	Confirma que el ejercicio como única intervención puede prevenir caídas. Se incluyen suficientes muestras para permitir el desarrollo de las mejores guías prácticas subrayando las características de los programas de entrenamiento físico los cuales se asocian con los mejores efectos en prevención de caídas.

DISCUSIÓN:

Para cuantificar el riesgo de caídas y el efecto del tratamiento, la comunidad científica usa diferentes test específicos para evaluar cada una de las capacidades físicas que afectan en el riesgo de sufrir dichos eventos.

No se indica que las pruebas que más se repiten sean las mejores, pero sí que estén validadas y sean lo suficientemente fiables como para poderlas aplicar.

Para evaluar el miedo a sufrir caídas, 4 estudios usan la escala FES-I (1,18,19,21) destacando su excelente validez interna (Cronbach's alpha=.96) y una fiabilidad test-retest (ICC=.96) (19).

El test de medición TUG se ha usado en 13 de los 21 artículos incluidos (1,2,19-21,4,6-8,12,14,17,18). Se usa para cuantificar la movilidad, requiriendo equilibrio tanto estático como dinámico. Posee una excelente fiabilidad test-retest (ICC=.99) (14).

La BBS, usada en 5 de los estudios incluidos (4,6,8,18,21), evalúa la capacidad de equilibrio estático y dinámico, identifica el riesgo de caídas con un 84% de sensibilidad y un 78% de especificidad (ICC de 0.97) (6).

El test 6MW, se ha usado en 4 estudios (5,8,20,21) como prueba de resistencia aeróbica y capacidad funcional. Posee una alta fiabilidad test-retest (ICC= 0.93) (21).

El FRT, usado en varios artículos (14,18–20) evalúa el equilibrio estático en bipedestación, y posee una excelente fiabilidad test-retest (ICC=92) (19).

Para evaluar la capacidad aeróbica y la resistencia muscular, el 30SCST se ha usado en dos estudios incluidos en esta revisión (18,20).

La fuerza máxima de tren inferior capaz de desarrollar el sujeto es otro método de evaluación en varios de los estudios incluidos. Se ha usado la fuerza máxima mediante el 1RM de un ejercicio como puede ser la prensa de piernas (11), o mediante la maximal isometric leg extension strength (ILES), la cual tiene una excelente fiabilidad test-retest (ICC=0.98) (19).

La fuerza prensil de manos, pese a ser usada como un indicador del estado general de fuerza en todo el cuerpo, no ha demostrado cambios significativos en ninguno de los tres estudios en los que se ha aplicado (1,11,19). El hecho de que en todos estos estudios se mejoren otros parámetros como el TUG, la fuerza en tren inferior o el 30SCST, nos invita a reflexionar sobre la fiabilidad de este test o de los estudios.

Para conocer que capacidades físicas y cognitivas asociadas al riesgo de caídas han mejorado en cada tipo de intervención, analizamos el plan de entrenamiento realizado y los valores obtenidos en los test de valoración tanto de los GI como de los GC para ver que protocolos han obtenido mejores resultados.

El trabajo de estabilidad dinámica combinado con fuerza demuestra aumentar de forma significativa los valores de fuerza máxima en extensión de rodilla. Ello no crea ninguna diferencia en la mejora de la capacidad de reacción para evitar una caída si se compara con el grupo en el que solo se trabaja la estabilidad dinámica (16).

Una explicación a tal resultado puede ser la que da Shubert (4) al afirmar que la única intervención capaz de suponer cambios significativos es el entrenamiento de equilibrio a alta exigencia, demostrando una reducción del número de caídas de hasta el 25%. Este estudio concluye que el trabajo exclusivo de fuerza, estiramientos o marcha no aporta mejoras significativas.

Estos resultados contrastan con otro estudio basado en la búsqueda del sistema de entrenamiento más eficiente, el cual concluye que entre entrenar la fuerza una y dos veces por semana y entrenar el equilibrio junto con fuerza dos veces por semana, es más efectivo y eficiente entrenar solo la fuerza, obteniendo un número total de caídas igual en los tres grupos, pero un coste de implementación menor en los programas exclusivos de fuerza (15). A una parecida conclusión llega el trabajo de Ansai (12), en el que aplica trabajo aeróbico junto con fuerza y equilibrio, y lo compara con el trabajo exclusivo de fuerza, concluyendo que los únicos valores que mejoran más en el trabajo combinado son en las pruebas sit-to-stand y en el one-leg standing. El resto de los resultados no presentan diferencias entre grupos.

Añadiendo el trabajo de Sousa (20) para entender el comportamiento del trabajo aeróbico, este compara un grupo que trabaja exclusivamente de forma aeróbica con otro que combina la fuerza y el trabajo aeróbico. Al final del estudio concluye que el trabajo combinado es más efectivo en la mejora de los riesgos de caída como el control postural, el equilibrio estático y dinámico, o la fuerza en miembros inferiores, al obtener mejores resultados en el TUG, 30SCST, 6MW y FRT.

Donath (3), en un estudio en el que se propone integrar todas las habilidades motrices en el trabajo por circuitos de agilidad, defiende la importancia del trabajo aeróbico, explicando posiblemente los resultados obtenidos en los trabajos anteriores en los que se trabaja el componente aeróbico. Donath defiende que dicho trabajo mejora la salud cardiorrespiratoria y es útil en la prevención de caídas ya que puede atenuar las disminuciones del control postural relacionadas con la fatiga durante las actividades de la vida diaria.

El trabajo combinado de equilibrio, ejercicios para la marcha y fuerza aplicado en el estudio de Cadore (11) demuestra una mejora significativa en el TUG, el número de caídas, 30SCST, BI, y no empeorar los tiempos de la marcha al añadir un trabajo cognitivo dual, el cual sí supone un enlentecimiento en el GC. Dicho GC, durante la intervención realizan ejercicios de movilidad, y no obtienen mejoras en ningún registro, empeorando incluso el TUG.

Otro estudio también combina equilibrio, ejercicios para la marcha y fuerza, pero además añade al programa dos sesiones a la semana de baile en línea. Con ello consigue mejorar los valores de fuerza máxima, fuerza explosiva, BBS y TUG (6).

Al igual que refleja el GC del estudio de Cadore (11) el cual realiza ejercicios parecidos a los habitualmente prescritos a personas mayores, el GC del estudio de Pichierri (10) también ejecuta este tipo de actividades, de hecho, el estudio deja libre elección a los sujetos de participar en cuantas sesiones de entrenamiento quieran, propuestas en sus centros. Como es de esperar, los resultados también son parecidos, llegando incluso a empeorar los registros entre una valoración y la siguiente.

El GI, sin embargo, realiza un protocolo cognitivo motriz en el que, mediante una plataforma de baile, se estimula la cognición dual y la multi tarea, mejorando sus registros tanto de tarea simple como de tarea dual.

Quiénes también realizan un programa de ejercicios suaves junto con flexibilidad son los sujetos del GC del trabajo de Clemson (17). Estos, al igual que los de Cadore y Pichierri (10,11) no obtienen ningún beneficio, apuntando una media de 2.28 caídas por persona y año, mientras que los GI reducen las suyas a 1.66 y 1.9 caídas por persona y año suponiendo una reducción del 31% y del 19% respectivamente.

Para tal mejora, el grupo con mayor reducción ha incorporado el modelo “LiFE” el cual se basa en la adaptación de todas las actividades de la vida diaria para conseguir un mayor reto físico tanto de fuerza como de equilibrio en todo momento.

El grupo con una reducción del 19% ha seguido un programa estándar de equilibrio y fuerza.

La pregunta de cómo trabajar la fuerza ha llevado a un estudio a evaluar si es mejor trabajar con máquinas, máquinas e inestabilidades, o con peso libre. Éste concluye que el entrenamiento inestable con peso libre es el más eficaz aparte de seguro, al requerir cargas externas menores para conseguir los mismos resultados (19).

También ha querido hacer hincapié en cómo trabajar la fuerza el estudio de LaStayo (5) concluyendo que el trabajo puramente excéntrico no aporta beneficios extra a la ejecución natural del movimiento.

El estudio de Lacroix (18) obtiene que un entrenamiento de fuerza y equilibrio sin supervisión mejora en el FRT y la fuerza máxima de tren inferior, pero que un entrenamiento supervisado también obtiene mejoras en el test de Rombreg, en la velocidad del paso, y en el TUG. Por ello recomienda que los programas sean siempre supervisados.

Quien debe ser el encargado de supervisar los planes de entrenamiento lo discute Shubert en su estudio (4), el cual defiende que las intervenciones de ejercicio deben ser impartidas por personal cualificado, no necesariamente fisioterapeuta. Esto mismo se demuestra en el estudio que compara dos modelos diferentes de un método con demostrada eficacia llamado "Otago Exercise Program" (7). En este se obtiene que el modelo impartido por personal no fisioterapeuta, presenta los mismos valores de mejora que otro en el que son los fisioterapeutas quienes lo imparten. Aun así, en los dos modelos la figura del fisioterapeuta se considera imprescindible para la supervisión y dirección de todo el proceso.

El uso de nuevas tecnologías se usa en varios estudios. Uno, introduce el uso de videojuegos para la capacidad cognitiva al trabajo de fuerza y equilibrio, y lo compara con una intervención igual, pero sin el uso de dicha tecnología. El trabajo concluye sin diferencias entre grupos en la mejora del equilibrio, 30SCST, funciones ejecutivas, miedo a sufrir caídas y el número de estas (con una reducción de entre el 81-83% durante el estudio y del 46-58% en los siguientes 12 meses). Si encuentra mayores mejoras en el grupo con trabajo cognitivo en el tiempo para iniciar la marcha, y en la capacidad de atención dividida (2).

También hace uso de las nuevas tecnologías otro estudio que compara una intervención de fuerza y equilibrio estático y dinámico tradicional, con otra que combina fuerza y equilibrio mediante feedback computarizado. Encuentra los mismos beneficios entre grupos en fuerza máxima extensora de rodilla y dorsiflexión de tobillo, 30SCST y 6MW. Pese a haber mejorado parámetros de fuerza y resistencia, ninguno mejora el TUG ni el FES-I (21).

El trabajo de fuerza y equilibrio provisto por realidad virtual mediante la Nintendo Wii ha supuesto una mejora en el TUG y en el miedo a sufrir caídas en el estudio de Galleti (1).

Otro tipo de tecnología se hace uso en el estudio de Pollock (8) en el que somete a un GI a ejercicio físico, y a otro le añade a dicho ejercicio el uso de máquina vibratoria en todo el cuerpo. El uso de esta última solo añade una diferencia significativa entre grupos en el 6MW, el resto de parámetros como son el TUG, BBS, miedo a sufrir caídas y cuestionarios de salud y calidad de vida, no muestran diferencias en la mejora entre grupos.

Debido a estos resultados, la vibración puede ser usada como un buen coadyuvante, al igual que el trabajo de entrenamiento de fuerza y estabilidad de core propuesto por Grancher (14) en el que concluye que dicho tratamiento mejora el equilibrio dinámico, la movilidad funcional y la movilidad de tronco.

Según varios artículos, no es posible establecer los parámetros óptimos de intensidad, frecuencia y volumen de entrenamiento debido a la falta de estudios que lo concreten (4,15,21). Pese a ello, todos los trabajos con métodos totalmente diferentes obtienen resultados positivos en alguno de los valores medidos.

Las técnicas innovadoras propuestas en esta recopilación de estudios para reducir el riesgo de caídas pueden ser para muchos, el simple hecho de que los ancianos trabajen con cargas sub máximas o velocidades máximas.

Es de destacar el uso de nuevas tecnologías para incidir en el equilibrio y en la habilidad para la multitarea, aportando una mayor capacidad cognitiva (1,2,10,21).

Por las ligeras mejoras que han aportado, pueden ser usados como métodos coadyuvantes innovadores la plataforma vibratoria (8) y el trabajo de fortalecimiento de zona abdominal (14).

CONCLUSIONES:

La pregunta de investigación ha sido contestada demostrando que el trabajo de fuerza junto con equilibrio puede reducir el riesgo de caídas hasta en un 50% (3).

Las pruebas de valoración FES-I, TUG, BBS, 6MW, FRT, 30SCST e ILES, han demostrado ser fiables, validadas y actualmente utilizadas para determinar el nivel de riesgo de caídas de las personas mayores.

El trabajo de fuerza y equilibrio en un mismo programa es eficaz a la hora de mejorar el equilibrio estático, dinámico, la calidad y velocidad de la marcha, la fuerza muscular, la capacidad de reacción y la capacidad cognitiva en multitarea. La falta de cualquiera de ellos puede suponer un mayor riesgo de caídas.

Se pueden incrementar los beneficios al añadir técnicas innovadoras al trabajo de fuerza y equilibrio como son el uso de nuevas tecnologías para el trabajo cognitivo (1,2,10,21)

o el uso de plataformas vibratorias (8). El baile (6) y el trabajo de core (14) también han demostrado ser buenos coadyuvantes.

Este estudio concluye que la dosis mínima de trabajo de fuerza se puede establecer en 2 sesiones a la semana, a una intensidad moderada-alta (60-80% 1RM), con un volumen entre dos y tres sets por ejercicio de entre 8 y 12 repeticiones (3,9,12) para la hipertrofia, y entre uno y tres sets de entre seis y diez repeticiones con baja carga (40-60% 1RM) a máxima velocidad para la fuerza explosiva (3).

El trabajo de equilibrio se debe incluir forzosamente en los programas, de forma progresiva y suponiendo siempre un gran reto para el individuo (4).

Todos los programas deben incluir; actividades estáticas, dinámicas, entrenamiento de la marcha dinámico, entrenamiento de cognición dividida, fuerza muscular, entrenamiento de perturbaciones y pasos compensatorios para las mismas.

Deben mantenerse toda la vida, ser adaptados individualmente, ejecutados en grupo o en casa, combinar fuerza y equilibrio, y previo comienzo, se deben estudiar todos los factores de riesgo que presenta el sujeto (4,9).

Caminar puede ser incluido si el sujeto no tiene un alto riesgo de caídas ni la incorporación de ello supone perder tiempo del entrenamiento de equilibrio (9).

Pese a estar demostrado que el trabajo de fuerza y equilibrio es la base para la prevención de caídas, hace falta una protocolización clínica para concretar que ejercicios y en que parámetros se deben aplicar a cada sujeto para mejorar cada una de las diferentes deficiencias físicas que puede presentar sin aumentar su riesgo de lesión.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Prata MG, Scheicher ME. Effects of strength and balance training on the mobility, fear of falling and grip strength of elderly female fallers. *J Bodyw Mov Ther.* 2015 Oct;19(4):646–50.
2. van het Reve E, de Bruin ED. Strength-balance supplemented with computerized cognitive training to improve dual task gait and divided attention in older adults: a multicenter randomized-controlled trial. *BMC Geriatr.* 2014 Dec 15;14(1):134.

3. Donath L, van Dieën J, Faude O. Exercise-based fall prevention in the elderly: What about agility? Vol. 46, Sports Medicine. Springer International Publishing; 2016. p. 143–9.
4. Shubert TE. Evidence-based exercise prescription for balance and falls prevention: a current review of the literature. *J Geriatr Phys Ther.* 2011;34(3):100–8.
5. 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.
6. Beebe JA, Hines RW, McDaniel LT, Sheldon BL. An isokinetic training program for reducing falls in a community-dwelling older adult: a case report. *J Geriatr Phys Ther.* 2013;36(3):146–53.
7. Shubert TE, Smith ML, Goto L, Jiang L, Ory MG. Otago Exercise Program in the United States: Comparison of 2 Implementation Models. *Phys Ther.* 2017 Feb 1;97(2):187–97.
8. Pollock RD, Martin FC, Newham DJ. Whole-body vibration in addition to strength and balance exercise for falls-related functional mobility of frail older adults: a single-blind randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2012 Oct 9;26(10):915–23.
9. Sherrington C, Tiedemann A, Fairhall N, Close JCT, Lord SR. Exercise to prevent falls in older adults: an updated meta-analysis and best practice recommendations. *N S W Public Health Bull.* 2011 Jun;22(4):78.
10. Pichierri G, Coppe A, Lorenzetti S, Murer K, de Bruin ED de. The effect of a cognitive-motor intervention on voluntary step execution under single and dual task conditions in older adults: a randomized controlled pilot study. *Clin Interv Aging.* 2012 Jul 10;7:175.
11. Cadore EL, Casas-Herrero A, Zambom-Ferraresi F, Idoate F, Millor N, Gómez M, et al. Multicomponent exercises including muscle power training enhance muscle mass, power output, and functional outcomes in institutionalized frail nonagenarians. *Age (Omaha).* 2014 Apr 13;36(2):773–85.

12. Ansai JH, Aurichio TR, Gonçalves R, Rebelatto JR. Effects of two physical exercise protocols on physical performance related to falls in the oldest old : A randomized controlled trial. 2016;492–9.
13. Merom D, Pye V, Macniven R, Ploeg H Van Der, Milat A, Sherrington C, et al. Prevalence and correlates of participation in fall prevention exercise / physical activity by older adults. *Prev Med (Baltim)*. 2012;55(6):613–7.
14. 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.
15. Davis JC, Marra CA, Robertson MC, Khan KM, Najafzadeh M, Ashe MC, et al. Economic evaluation of dose–response resistance training in older women: a cost-effectiveness and cost-utility analysis. *Osteoporos Int*. 2011 May 4;22(5):1355–66.
16. Arampatzis A, Peper A, Bierbaum S. Exercise of mechanisms for dynamic stability control increases stability performance in the elderly. *J Biomech*. 2011 Jan 4;44(1):52–8.
17. Clemson L, Fiatarone Singh MA, Bundy A, Cumming RG, Manollaras K, O’Loughlin P, et al. Integration of balance and strength training into daily life activity to reduce rate of falls in older people (the LiFE study): randomised parallel trial. *BMJ*. 2012 Aug 7;345:e4547.
18. Lacroix A, Kressig RW, Muehlbauer T, Gschwind YJ, Pfenninger B, Bruegger O, et al. Effects of a supervised versus an unsupervised combined balance and strength training program on balance and muscle power in healthy older adults: A randomized controlled trial. *Gerontology*. 2016;62(3):275–88.
19. 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):1–15.
20. Sousa N, Mendes R, Silva A, Oliveira J. Combined exercise is more effective than aerobic exercise in the improvement of fall risk factors: a randomized controlled trial in community-dwelling older men. *Clin Rehabil*. 2017 Apr 10;31(4):478–86.

21. Hagedorn DK, Holm E. Effects of traditional physical training and visual computer feedback training in frail elderly patients. A randomized intervention study. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2010 Jun;46(2):159–68.