

apunts

MEDICINA DE L'ESPORT

www.apunts.org



## REVISIÓN

# Entrenamientos funcionales frente a específicos en la prevención de caídas en las personas mayores

Elena Rodríguez-Berzal<sup>a,\*</sup>, Luis Alegre Durán<sup>a</sup>, Ignacio Ara Royo<sup>b</sup> y Xavier Aguado Jódar<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Grupo de Biomecánica Humana y Deportiva, Universidad de Castilla-La Mancha, Toledo, España

<sup>b</sup> Grupo de Investigación GENUD Toledo, Universidad de Castilla-La Mancha, Toledo, España

Recibido el 12 de diciembre de 2012; aceptado el 14 de mayo de 2013

Disponible en Internet el 9 de julio de 2013

### PALABRAS CLAVE

Caída;  
Paso;  
Equilibrio;  
Rango de movimiento;  
Agilidad;  
Flexibilidad

### KEYWORDS

Fall;  
Gait;  
Balance;  
Range of motion;  
Agility;  
Flexibility

**Resumen** Las caídas por pérdida de equilibrio aumentan exponencialmente con la edad en las personas mayores de las sociedades occidentales y constituyen un importante problema sanitario pero también social y económico. Para prevenirlas se propuso inicialmente el entrenamiento específico de cualidades físicas, sobre todo de la fuerza de las extremidades inferiores. No obstante, en los últimos años es cada vez más frecuente el entrenamiento basado en desplazamientos, principalmente la marcha, ya sea sola, combinada con tareas cognitivas y motrices, o con cualidades físicas. El objetivo de esta revisión ha sido comparar diferentes tipos de entrenamientos realizados en personas mayores diseñados para prevenir las caídas analizando los test usados en la evaluación del riesgo de caídas.

© 2012 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

### Functional vs specific training in preventing falls in the elderly people

**Abstract** Falls due to loss of balance increase exponentially with age in the elderly in western societies, and is a significant health, social, and economic, problem. To prevent them, training in specific physical qualities, especially the strength of legs was initially proposed. However, in recent years the training based on movements has increasingly become more common, principally the gait, either alone, combined with cognitive and motor tasks, or with physical qualities. The objective of this review was to compare different types of training used in the elderly in order to prevent falls, and analyze the test used in assessing the risk of falls.

© 2012 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

## Introducción

En las sociedades occidentales las personas que sobrepasan la sexta década de vida, a medida que envejecen, aumentan exponencialmente el riesgo de sufrir una caída en la que se

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [elena.rodriguez.berzal@gmail.com](mailto:elena.rodriguez.berzal@gmail.com)  
(E. Rodríguez-Berzal).

ve involucrada la pérdida de equilibrio<sup>1,2</sup>. Estas caídas suponen un importante problema social, además de repercutir de forma importante en la esperanza de vida<sup>3</sup> y un elevado coste económico<sup>4,5</sup>. Desde que empezaron a estudiarse las caídas se vio que quienes realizaban actividad física tenían una mejor funcionalidad, menos miedo a caer y mejor calidad de vida<sup>6-10</sup>.

El mecanismo de caída en los mayores empezó a estudiarse en los años ochenta del siglo pasado. Inicialmente se asoció con la pérdida significativa de masa muscular asociada con la edad (sarcopenia) y se propuso el trabajo de fuerza de la extremidad inferior realizado en gimnasios con máquinas de musculación, observándose efectos positivos<sup>11,12</sup>. No obstante, inicialmente no se tenían en cuenta ni las costumbres de la zona geográfica, ni los gustos y las características del tipo de actividad física que realizaban las personas cotidianamente. En esta revisión se ha excluido el análisis de los entrenamientos específicos de fuerza que buscan mitigar el proceso de sarcopenia asociada a la edad para disminuir el riesgo de caídas, ya que existen varias revisiones previamente publicadas al respecto<sup>13,14</sup>.

Posteriormente se estudiaron los cambios en patrones de movimiento con la edad y se propuso el entrenamiento específico del equilibrio<sup>15-17</sup>. Algunos estudios afirman que el entrenamiento del equilibrio es también un buen método de prevención de caídas en personas mayores por el deterioro que experimenta esta capacidad con la edad y porque está directamente involucrado en las caídas<sup>15,18,19</sup>. De los países asiáticos se incorporaron métodos de trabajo tradicionales del equilibrio como el Tai-Chi<sup>20,21</sup>. En esta revisión se ha excluido el análisis de los diferentes tipos de gimnasias orientales usadas en el trabajo con personas mayores debido a que también se han publicado algunas extensas revisiones al respecto<sup>20,21</sup> y porque buscamos analizar ejercicios que no supongan nuevos aprendizajes y que sean propios del ambiente cultural y de la zona geográfica (Europa) de la persona que los va a realizar.

También se ha trabajado intentando mitigar la disminución del rango de movilidad (ROM) de las extremidades inferiores, por considerarlo como otra posible causa de caídas<sup>22,23</sup>. Para ampliar el ROM en las personas mayores se han propuesto tanto entrenamientos de fuerza como de flexibilidad<sup>24,25</sup>. No obstante, se ha visto que los entrenamientos específicos de equilibrio pueden llegar a ofrecer mejores resultados que los de fuerza de las extremidades inferiores en la mejora del ROM<sup>26</sup>. Los entrenamientos de flexibilidad se han centrado en el ROM de cadera y rodilla utilizando principalmente el método de facilitación neuromuscular propioceptiva<sup>27</sup>.

Así se han realizado abundantes investigaciones que apuntan a que los entrenamientos específicos de la fuerza, del equilibrio y de la flexibilidad ayudan a prevenir el riesgo de caídas en las personas mayores, pero también se ha constatado que el entrenamiento combinado de varias de estas capacidades previene las caídas<sup>28,29</sup>.

En los últimos años se ha usado cada vez más el entrenamiento que tiene como eje central la marcha, aunque puede ser otro desplazamiento como subir y bajar escaleras o correr, y que a veces se combina con alguna capacidad física o con tareas cognitivas<sup>30,31</sup>, es lo que hemos denominado entrenamientos funcionales<sup>32-34</sup>. Las tareas cognitivas pueden consistir en una respuesta verbal<sup>35,36</sup> o motriz, como

por ejemplo cuando se provoca un tropezón o se cambia de forma inesperada la consistencia del suelo<sup>37,38</sup>. Se ha visto que los entrenamientos funcionales pueden ser más efectivos que los entrenamientos específicos centrados en una sola capacidad física, como por ejemplo la fuerza<sup>39</sup>.

Las personas mayores con mayor riesgo de sufrir caídas presentan mayor variabilidad en su patrón de marcha y caminan con amplitudes de paso más pequeñas, anchuras de apoyos mayores y, en caso de un traspie, se reequilibran mediante pasos más cortos y frecuentes. Las modificaciones de los patrones de la marcha y del re-equilibrio cuando se produce un traspie se han considerado como signos del denominado síndrome de fragilidad de los mayores<sup>40-43</sup>, que conlleva una disminución importante en la esperanza de vida<sup>44</sup>.

Para ver la efectividad de los entrenamientos en las investigaciones se usan tanto test específicos de capacidades físicas como test funcionales. Entre los primeros, algunos miden cambios en el ROM<sup>45</sup>, la respuesta ante un desequilibrio provocado de repente en una dirección inesperada<sup>29,46</sup> o la máxima fuerza isométrica de la extremidad inferior<sup>47</sup>. Los test funcionales se basan en la marcha, combinada habitualmente con tareas cognitivas o de coordinación<sup>30,31,35</sup>. Por otro lado, también se evalúa el riesgo de caídas mediante cuestionarios<sup>7,48,49</sup>.

Esta revisión tiene por objeto comparar diferentes tipos de entrenamientos realizados en personas mayores (excluyendo los entrenamientos específicos de fuerza y las gimnasias orientales) atendiendo a las características diferentes de aquellos que tienen como eje principal la marcha (funcionales) frente a los que se basan en el entrenamiento específico de capacidades físicas (no funcionales). Por otro lado, hemos buscado analizar los diferentes test que habitualmente se utilizan para inferir el riesgo de caídas.

## Metodología

Este apartado se ha dividido en 2 partes: las bases de datos usadas y los criterios de selección de los artículos.

### Bases de datos

Se ha realizado una búsqueda sistemática de artículos experimentales en las bases de datos MEDLINE, SPORTDiscus y E-Journals desde el año 2000 hasta la actualidad. Para la búsqueda se combinaron los términos *Agility*, *Functionality*, *Flexibility*, *Range of Motion*, *Walk*, así como sus abreviaciones y sus derivados. Todos ellos se combinaron mediante la partícula *and* con el término *Elderly*.

### Criterios de selección bibliográfica

Para la inclusión de artículos se tuvo en cuenta que los estudios tuvieran como mínimo un grupo experimental con personas mayores de 60 años y además que las investigaciones fueran comparaciones pre-post intervención, estudios longitudinales, comparaciones entre grupos de personas mayores o comparaciones transversales con grupos de jóvenes. Se han excluido los artículos meramente descriptivos, que no hicieran comparaciones y los que realizaban intervenciones con gimnasias orientales tipo Tai-Chi o

entrenamientos específicos solo de fuerza. Finalmente se encontraron 36 artículos en 29 revistas diferentes. Las revistas con mayor número de artículos encontrados fueron el *Journal of Biomechanics*<sup>29,37,38,50</sup> y *Gait & Posture*<sup>31,35,51,52</sup>.

## Resultados y discusión

Los resultados se han estructurado en 3 apartados. En primer lugar se abordarán los estudios que incluyen entrenamientos de tipo funcional (tabla 1), a continuación se expondrán los estudios con entrenamientos no funcionales (tabla 2) y, para terminar, los estudios que no tienen intervención y realizan diferentes comparaciones (tabla 3).

### Entrenamiento de tipo funcional

Encontramos 14 artículos que realizaban sus estudios con un entrenamiento de tipo funcional (tabla 1). De estos, 8 trabajos utilizaban sujetos sanos sedentarios, 2 se centraban en sujetos con algún tipo de enfermedad y 6 en sujetos sanos físicamente activos.

La mitad de las intervenciones tenían una duración de entre 3 y 4 meses y el resto oscilaban desde solamente una sesión hasta los 6 meses. Por ejemplo, Brauer y Morris<sup>35</sup> realizaban una sola sesión de 20 min con enfermos de Parkinson y lograban mejoras en la longitud y la velocidad del paso. Siete de las investigaciones realizaban los entrenamientos 3 veces a la semana, con marcha y tarea cognitiva tanto con sujetos sanos físicamente activos como con sujetos sedentarios. Silsupadol et al.<sup>30,31</sup> realizaban el entrenamiento a personas sanas con ejercicios de marcha y tareas cognitivas 3 veces a la semana durante un mes. Consiguieron mejoras en la velocidad de la marcha y concluían que los entrenamientos de doble tarea con variación de instrucciones eran más eficaces para alcanzar mejoras en el equilibrio. Otras opciones son de 2 veces a la semana, como realizaban Šokelienė y Česnaitienė<sup>53</sup>, que obtenían disminución en el peso y un aumento de la flexibilidad lumbar y la resistencia aeróbica tanto en sujetos físicamente activos como en sedentarios.

Hemos encontrado 10 artículos que utilizaban la marcha como ejercicio principal de entrenamiento. Cinco intervenciones añadían además ejercicios de fuerza con bandas elásticas y pelotas, y 5 añadían equilibrios tanto estáticos como dinámicos.

Nueve de los estudios encontrados usaban un test de marcha (entre 4 y 10 m) para evaluar los cambios de la intervención. Dos de ellos además combinaban la marcha con tareas cognitivas y motoras. Cuatro estudios hacen evaluaciones mediante diferentes cuestionarios, 2 realizan evaluaciones con test de equilibrio estático y dinámico y 2 realizan evaluaciones cognitivas.

Los entrenamientos con ejercicios solamente de marcha obtenían mejoras en la resistencia aeróbica, en la velocidad y en la longitud de paso, además de mejoras en la estabilidad dinámica. Arampatzis et al.<sup>29</sup> encontraron una ganancia del 35% en la estabilidad dinámica usando ejercicios de marcha combinados con trabajo de fuerza en máquinas de musculación. Rogers et al.<sup>48</sup> encontraron disminución del riesgo de caídas al combinar la marcha con ejercicios de equilibrio. Por su parte, las intervenciones que incluían ejercicios de fuerza mejoraban la estabilidad y la funcionalidad, como los

estudios de Liu-Ambrose et al.<sup>7,49</sup>, tanto con una intervención de 25 semanas como también con una de 13 semanas.

La mayoría de las intervenciones de tipo funcional encontradas se realizaban con sujetos sanos sedentarios y con enfermos, por lo que aunque se realizara una sola sesión de 20 min<sup>35</sup> se obtenían mejoras. Sería interesante realizar más estudios con sujetos sanos para comprobar la eficacia del tipo de intervención en ellos. Con la moda actual de la llamada marcha nórdica, que practican hoy en día muchas personas mayores, probablemente se logre mitigar los cambios en los patrones de la marcha que experimentan los mayores y con ello disminuir el riesgo de caídas<sup>53-55</sup>.

### Entrenamiento de tipo no funcional

Encontramos 10 artículos que incluían una intervención no funcional (tabla 2), de los cuales 6 utilizaban sujetos sanos físicamente activos, 2 sujetos sedentarios y 3 sujetos con enfermedades osteomusculares.

La frecuencia de las intervenciones oscilaba entre 2 y 5 veces a la semana. Chow y Ng<sup>56</sup> entrenaron 5 días a la semana durante 2 semanas a sujetos con prótesis de rodilla y obtuvieron aumento del ROM de rodilla.

Cinco estudios utilizaban intervenciones con ejercicios de flexibilidad y 2 con ejercicios de equilibrio. Granacher et al.<sup>36</sup> realizaban tareas de estabilización postural con cojines de aire y otros materiales utilizados para la rehabilitación de lesiones junto con tareas motoras como lanzamiento de un balón. Evaluaban los cambios en el paso mediante test de marcha combinada con tareas cognitivas y motoras. Los otros estudios realizaban intervenciones combinando el entrenamiento no funcional (flexibilidad y diferentes ejercicios de rehabilitación) con caminatas libres (que no son la parte principal del entrenamiento) y entrenamientos con los test de equilibrio. Incluimos también en este apartado un estudio que realizaba sus entrenamientos con ejercicios de fuerza, porque evaluaban su incidencia en la mejora del ROM de hombros e isquiotibiales (no la mejora de la fuerza propiamente)<sup>25</sup>.

Seis de los estudios encontrados realizaban test del ROM para evaluar los cambios producidos por su intervención. Tres estudios evaluaban los cambios mediante cuestionarios, 2 estudios mediante el test de un paso después de un desequilibrio y uno con test de marcha combinada con tareas motoras y cognitivas.

Los estudios que utilizaban entrenamientos de flexibilidad obtenían mejoras en los ROM de las articulaciones a las que se aplicaba, tanto en estudios de una sola sesión<sup>27</sup> como con intervenciones de 26 semanas<sup>45</sup>.

Los entrenamientos del equilibrio encontraban mejoras en la estabilidad mientras se camina. Los otros tipos de entrenamientos obtenían mejoras en flexibilidad, movilidad articular y estabilidad. En el estudio de Billson et al.<sup>25</sup> realizaban una intervención con ejercicios de fuerza para ver su repercusión en el ROM; entrenaron 3 veces a la semana y obtuvieron un aumento de la flexibilidad de hombros e isquiotibiales.

Al contrario que las intervenciones funcionales, los estudios con entrenamientos no funcionales utilizaban en mayor medida a sujetos sanos físicamente activos, por lo que si este tipo de población obtenía mejoras en la estabilidad dinámica

**Tabla 1** Estudios con intervenciones funcionales

Autor (año)	Muestra (grupo, sexo, edad), país	Sujetos	Tests	Resultados
Silsupadol et al. (2009) <sup>30,31</sup>	24 sujetos (grupo tarea simple, n=7, 74,71 ± 7,8; grupo doble tarea, instrucción fija, n=8, 74,38 ± 6,16; grupo doble tarea, instrucción variable, n=6, 76,00 ± 4,65), EE. UU	Sanos	Marcha. Marcha con tarea cognitiva o tarea motora	Disminuyó el número de pasos en falso tras la intervención. Entrenamientos de doble tarea más efectivos para la mejora de la velocidad de la marcha. El entrenamiento de doble tarea con instrucción variable era más eficaz en la mejora del equilibrio y el rendimiento cognitivo que el entrenamiento con instrucción fija o tarea simple
Fraga et al. (2011) <sup>58</sup>	59 sujetos (grupo intervención, 31 mujeres, 65 ± 6,4; grupo control, 28 mujeres, 65 ± 6,4), Brasil	Físicamente activas	Marcha. Sentarse y levantarse. Ponerse y quitarse una camiseta. Cuestionario	Aumentó la resistencia aeróbica, la autonomía funcional y la calidad de vida
Kubo et al. (2008) <sup>59</sup>	45 sujetos (grupo intervención, 17 mujeres, 18 hombres, 68,4 ± 5,6; grupo control, 6 mujeres, 4 hombres, 71,9 ± 2,7), Japón	Sedentarios	Actividad física con podómetro y diario. Composición corporal. Stiffness con ecografía. Fuerza	Disminuyó la grasa de la extremidad inferior. Aumentaron la fuerza y el grosor muscular de la extremidad inferior
Kemoun et al. (2010) <sup>60</sup>	38 sujetos (grupo intervención, 12 mujeres, 4 hombres, 82,0 ± 5,8; grupo control, 11 mujeres, 4 hombres, 81,7 ± 5,1), Francia	Con Alzheimer y que puedan andar 10 m sin ningún tipo de ayuda	Marcha. Evaluación cognitiva	Hubo correlación entre la puntuación cognitiva y la velocidad de la marcha y el tiempo de doble apoyo. El grupo intervención frenó la degeneración cognitiva y mejoró la eficacia del aparato locomotor
Merati et al. (2011) <sup>61</sup>	26 sujetos (grupo 2 días, 12 mujeres; 66,75 ± 1,71; grupo 1 día, 14 mujeres; 67,36 ± 2,50), Italia	Sanas	Marcha	Mejóro la resistencia al caminar
Šokelienė y Česnaitienė (2011) <sup>53</sup>	41 sujetos (grupo 1 físicamente activos, 8 mujeres, 3 hombres, 65 ± 5; grupo 2 sedentarios, 10 mujeres, 8 hombres, 65 ± 5; grupo control, 12 mujeres, 4 hombres, 65 ± 5), Lituania	Físicamente activos/Sedentarios	ROM. Espirometría. Test de resistencia aeróbica. Fuerza de gemelos	Grupo1 y grupo 2 disminuyeron el peso y el índice cintura/cadera. Aumentaron la flexibilidad lumbar y la resistencia aeróbica
Brauer y Morris (2010) <sup>35</sup>	20 sujetos (8 hombres, 12 mujeres, 68,5 ± 11,3), Australia	Con Parkinson, pueden andar 30 m solos, puntuación en el MMS ≥ 24	Marcha. Marcha con tarea cognitiva o tarea motora	Aumentó la longitud y la velocidad de paso mientras se realizaban tareas adicionales

Rogers et al. (2011) <sup>48</sup>	15 sujetos (grupo kinestesia, agilidad y equilibrio, 6 mujeres, 69,29 ± 11,36; grupo fuerza, 9 mujeres, 69,29 ± 11,36), EE. UU.	Sedentarios diagnosticados de osteoartritis de rodilla	Cuestionarios. Perfil de actividad. Autoeficacia en el ejercicio. Levantarse y andar, bajar y subir escalones	El grupo kinestesia, agilidad y equilibrio aumentó la función física y los niveles de actividad física y disminuyó la inestabilidad de la rodilla. El grupo fuerza disminuyó el stiffness
Silsupadol et al. (2006) <sup>62</sup>	3 sujetos (tarea simple, 1 hombre, 82; doble tarea instrucción fija, 1 mujer, 90; doble tarea instrucción variable, 1 mujer, 93), EE. UU.	Sanos con historial de caídas	Equilibrio estático y dinámico. Marcha. Sentarse y levantarse. Evaluación cognitiva. Funcionalidad	Mejóro el equilibrio. Disminuyó el porcentaje de riesgo de caídas. La doble tarea con instrucción variable obtuvo mayor disminución en el desplazamiento mediolateral del centro de masas
Liu-Ambrose et al. (2005) <sup>49</sup>	98 sujetos (grupo fuerza, 32 mujeres, 79,6 ± 2,1; grupo agilidad, 34 mujeres, 78,9 ± 2,8; grupo estiramiento, 32 mujeres, 79,5 ± 3,2), Canadá	Sedentarias con osteoporosis u osteopenia	Cuestionarios	Todos los grupos redujeron el dolor de espalda y la incapacidad relacionada. Los grupos de fuerza y agilidad mejoraron la calidad de vida
Liu-Ambrose et al. (2004) <sup>7</sup>	98 sujetos (grupo fuerza, 32 mujeres, 79,6 ± 2,1; grupo agilidad, 34 mujeres, 78,9 ± 2,8; grupo estiramiento, 32 mujeres, 79,5 ± 3,2), Canadá	Sedentarias con osteoporosis u osteopenia	Marcha. Test de equilibrio estático y dinámico. Fuerza. Tiempo de reacción. Cuestionarios	Los grupos de fuerza y agilidad aumentaron la funcionalidad física y la seguridad en su equilibrio
Plachy et al. (2012) <sup>28</sup>	42 sujetos (grupo pilates, 15 mujeres, 66,2 ± 3,8; grupo aqua-fitness, 15 mujeres, 67,5 ± 5,9) y grupo control, 12 mujeres, 68,2 ± 3,2), Hungría	Físicamente activos/sedentarios	ROM. Marcha. Sentarse y levantarse	Hubo mejoras significativas en todas las medidas en los grupos pilates y aqua-fitness tras la intervención
Arampatzis et al. (2011) <sup>29</sup>	38 sujetos (grupo estabilidad, 9 mujeres, 4 hombres, 66,6 ± 1,8; grupo estabilidad + fuerza, 11 mujeres, 2 hombres, 68,3 ± 2,7; grupo control, 5 mujeres y 7 hombres, 68,3 ± 3,3), Alemania	Sedentarios	Un paso con el desequilibrio	Se mejoró el 35% en el rendimiento de la estabilidad dinámica

ROM: rango de movilidad articular.

**Tabla 2** Estudios con intervenciones no funcionales

Autor (año)	Muestra (grupo, sexo, edad) país	Sujetos	Tests	Resultados
Granacher et al. (2010) <sup>36</sup>	20 sujetos (grupo intervención, 7 mujeres, 4 hombres, 72 ± 5; grupo control, 7 mujeres, 2 hombres, 75 ± 6), Suiza	Sanos	Cuestionarios. Marcha con tarea cognitiva o motora. Evaluación cognitiva	Se mejoró en el tiempo de paso en condiciones de tarea simple. Hubo mejoras en las interferencias motoras durante la doble tarea por el entrenamiento inducido
Chow y Ng (2010) <sup>56</sup>	100 sujetos (grupo 1, 26 mujeres, 6 hombres, 66,7 ± 8,29; grupo 2, 28 mujeres, 7 hombres, 69,8 ± 8; grupo 3, 31 mujeres, 2 hombres, 70,2 ± 6,59), China	Con prótesis de rodilla	Cuestionario. ROM de rodilla	Se aumentó el rango de flexión de rodilla con todos los métodos
Billson et al. (2011) <sup>25</sup>	49 sujetos (35 mujeres, 14 hombres) (grupo gimnasio, n = 25, 68,51 ± 9,6); grupo domicilio, n = 24, 71,51 ± 11,6), Sudáfrica	Sedentarios mínimo 6 meses antes del estudio	ROM	Hubo aumento de la flexibilidad de hombros en ambos grupos y de isquiotibiales en el grupo gimnasio
Zakas et al. (2005) <sup>24</sup>	20 sujetos (20 mujeres, 75,9 ± 5,4), Grecia	Sanos	ROM	Hubo aumento significativo del ROM de todos los movimientos en los 3 protocolos
González-Ravé et al. (2012) <sup>45</sup>	54 sujetos (15 hombres, 39 mujeres) (grupo pasivo, n = 18, 66,5 ± 6,5; grupo facilitación neuronal propioceptiva, n = 18, 64,7 ± 4,0; grupo control, n = 18, 66,4 ± 4,5), España	Físicamente activos	ROM	Se obtuvieron mejoras significativas en la flexión de cadera y hombro con ambos métodos de intervención
Dias y Dias (2003) <sup>63</sup>	50 sujetos (grupo intervención, 23 mujeres, 2 hombres, 76; grupo control, 21 mujeres, 4 hombres, 74), Brasil	Con osteoartritis (andar y rehabilitación)	Cuestionarios	Hubo cambios significativos en la capacidad funcional, dolor, salud general, vitalidad y el rol de limitación física
Feland et al. (2001) <sup>27</sup>	97 sujetos (grupo facilitación neuronal propioceptiva, 28 hombres, 12 mujeres; grupo estático; 25 hombres, 13 mujeres; grupo control, n = 19), EE. UU.	Atletas sénior	ROM de rodilla	Ambos métodos mejoraron la flexibilidad en los atletas de alto nivel. El estiramiento de facilitación neuronal propioceptiva tenía más efecto en los hombres que en las mujeres. El estiramiento de facilitación neuronal propioceptiva fue más eficaz que el estiramiento estático para producir aumento en la flexibilidad de isquiotibiales en atletas de 55 a 64 años

Tabla 2 (continuación)

Autor (año)	Muestra (grupo, sexo, edad) país	Sujetos	Tests	Resultados
Morini et al. (2004) <sup>64</sup>	110 sujetos (jóvenes, 34 mujeres, 33 hombres, 19,3 ± 3,2; mayores sedentarios, 15 mujeres, 5 hombres, 64,3 ± 5,4; mayores físicamente activos, 16 mujeres, 7 hombres, 64,3 ± 5,4), Italia	Físicamente activos/sedentarios	ROM	Las mujeres tenían más flexibilidad que los hombres en todas las edades. Se mejoró la movilidad articular, el límite de la incapacidad articular y la calidad de vida. Se frenó la decadencia de las capacidades físicas
Mansfield et al. (2010) <sup>65</sup>	30 sujetos (grupo intervención, 8 mujeres, 8 hombres, 70,3 ± 4,7; grupo control, 7 mujeres, 7 hombres, 69,1 ± 3,8), Canadá	Con disequilibrios o caídas	Un paso con el disequilibrio	El grupo intervención contrarrestó los efectos de la edad en las recuperaciones de equilibrio
Rogers et al. (2003) <sup>46</sup>	20 sujetos (grupo inducido, 3 mujeres, 70 ± 9; 4 mujeres, 24 ± 2; 1 hombre, 70 ± 9; 2 hombres, 24 ± 2; grupo voluntario, 4 mujeres, 24 ± 2; 4 hombres, 70 ± 9; 2 hombres, 24 ± 2), EE. UU.	Sanos	Un paso con el disequilibrio	Disminución del tiempo de inicio del paso en las tareas. Los mayores obtuvieron más tiempo de inicio del paso que los jóvenes. En el test de señal auditiva el grupo inducido disminuyó un 18% el tiempo de inicio

PNF: facilitación neuronal propioceptiva; ROM: rango de movilidad articular.

y en el ROM de las articulaciones cabe esperar que los sujetos con patologías y los sedentarios también obtengan mejoras.

Las intervenciones de estudios no funcionales eran en su mayoría más cortas que las intervenciones de los estudios funcionales. La duración oscilaba entre 2 y 9 semanas, con las excepciones de un estudio que fue de un año<sup>45</sup> y otros 2 que solo tenían una<sup>27</sup> y 3 sesiones<sup>24</sup>.

Tanto los estudios con entrenamientos funcionales como los no funcionales al obtener mejoras en las capacidades físicas conseguían, además de mejorar los patrones de marcha, diferentes mejoras en indicadores de la calidad de vida de las personas mayores.

## Sin intervención

Hemos encontrado 12 artículos que realizaban diferentes tipos de comparaciones, ya sea entre sexos, entre edades o estudios longitudinales sin intervención (tabla 3). De ellos, 10 utilizaban sujetos sanos físicamente activos, uno con sujetos con operación de cadera y uno que no define las características de los sujetos.

Ocho de los artículos utilizaban test funcionales en sus estudios y 8 test no funcionales. Dentro de los tipos de test 7 utilizan test de marcha. Bierbaum et al.<sup>37,38</sup> realizaron 2 estudios comparando jóvenes con personas mayores con test de marcha y obtuvieron que los mayores presentaban un déficit en el control de la estabilidad dinámica con respecto a los jóvenes.

Tres estudios utilizaban test de un paso ante un disequilibrio y 3 test de fuerza. El resto de test realizados eran densitometrías, cuestionarios, evaluaciones del ROM y test de equilibrio (pero en menor medida que los anteriores). Kwon et al.<sup>57</sup> realizaron densitometrías comparando a los mismos mayores pasados 2 años y obtenían una disminución de la densidad mineral ósea, y que esta se correlacionaba con la disminución de la velocidad de la marcha.

Los estudios que utilizaban test de marcha concluían que los hombres mayores caminaban más rápido y con pasos más largos que las mujeres, lo que conllevaba menor riesgo de caídas. Con el paso de los años la velocidad de la marcha disminuía (por una menor longitud de paso) y se tenía menor control de la estabilidad dinámica (fig. 1). Los test de un paso ante disequilibrio determinaban que los mayores presentaban déficit del control de estabilidad dinámica al compararlos con los jóvenes. Por ejemplo, Carty et al.<sup>51</sup> encontraron que los mayores con buena estabilidad dinámica recuperaban el equilibrio después del traspie tal como lo hacían los jóvenes, con un solo paso firme, aunque lo hacían con un margen de estabilidad menor. Por su lado, otros mayores, con déficit de estabilidad dinámica, lo hacían con múltiples y pequeños pasos. Por su parte, las evaluaciones de fuerza concluían que los mayores tenían menos fuerza que los jóvenes, y que esta disminución de la fuerza estaba asociada a un menor control de la estabilidad<sup>47</sup>.

## Hacia dónde deberíamos dirigirnos

Basándose en esta revisión y en nuestra experiencia en el entrenamiento de personas mayores creemos que las intervenciones deberían personalizarse al máximo, trabajando

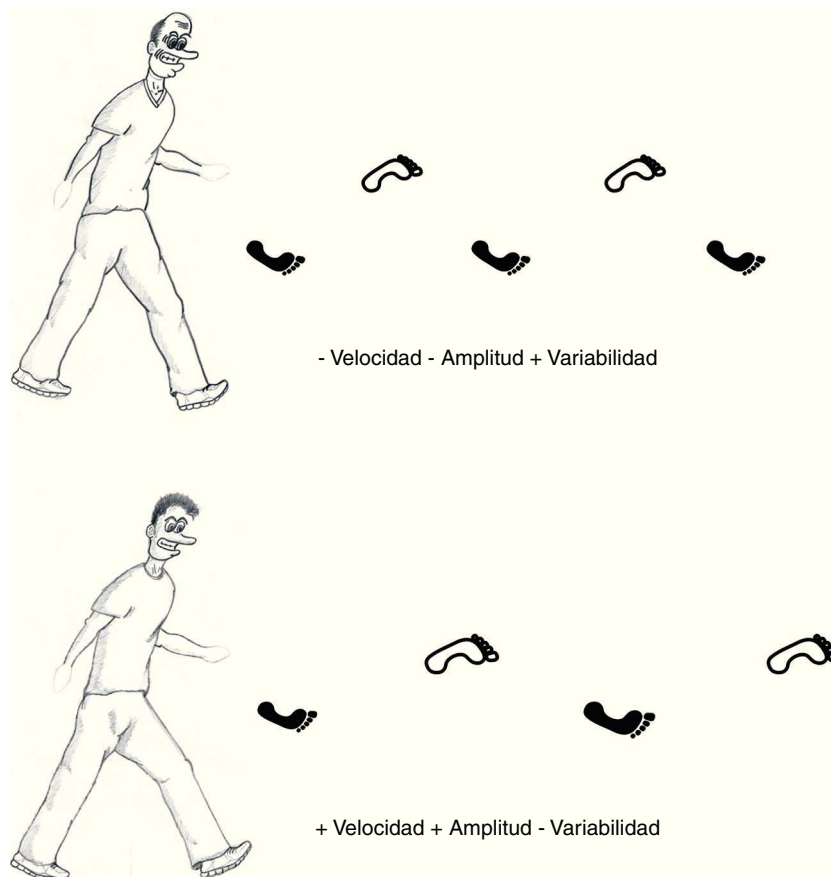
**Tabla 3** Estudios que son solo test

Autor (año)	Muestra (grupo, sexo, edad), país	Sujetos	Tipos de tests	Tests	Resultados
Kwon et al. (2007) <sup>57</sup>	182 sujetos (182 mujeres, 75,9 ± 3,6), Japón	Sanos	Funcional y no funcional	DXA. Marcha. Fuerza	Tras 2 años hay una disminución del IMC, de la DMO y de la velocidad usual caminando. El cambio en la DMO se correlacionaba con el cambio en la velocidad usual caminando
Kamada et al. (2011) <sup>66</sup>	372 sujetos (240 mujeres, 69,8 ± 5,7; 132 hombres, 71,7 ± 5,8), Japón	Sanos	Funcional y no funcional	Marcha. Cuestionarios	Mayor velocidad máxima al andar en hombres que en mujeres. Mujeres y hombres tenían asociación significativa y positiva entre el tiempo de andar como recreación y la velocidad máxima al andar
Stergiou et al. (2002) <sup>67</sup>	20 sujetos (jóvenes, 10 mujeres, 24,6 ± 3,2; mayores, 10 mujeres, 73,7 ± 4,9), EE. UU.	Sanos	Funcional	Marcha	Los mayores presentaron mayores GRF que los jóvenes
Helbostad y Moe-Nilsenn (2003) <sup>52</sup>	36 sujetos (13 mujeres, 71,85 ± 3,89; 23 hombres, 72,87 ± 2,77), Noruega	Físicamente activos	Funcional	Marcha	Andando a 1 m/s y a una velocidad confortable los hombres tenían pasos más largos y anchos que las mujeres
Bierbaum et al. (2010) <sup>37</sup>	23 sujetos (jóvenes, 10 hombres, 26,1 ± 2,9; mayores, 13 hombres, 67,4 ± 3,4), Alemania	Físicamente activos	Funcional	Marcha	Los mayores tenían más déficit en la estabilidad dinámica después de una perturbación que los jóvenes. La degeneración relacionada con la edad no inhibió la formación de mejoras adaptativas en el control dinámico. Mayores y jóvenes obtuvieron mejoras similares
Bierbaum et al. (2011) <sup>38</sup>	28 sujetos (jóvenes, 14 hombres, 24,9 ± 2,4; mayores, 14 hombres, 67,3 ± 4,2), Alemania	Físicamente activos	Funcional	Marcha	Los jóvenes mostraron mayores adaptaciones con respecto al control de estabilidad dinámica. Los mayores mejoraron la estabilidad dinámica mientras caminaban con los ensayos
Lark et al. (2004) <sup>68</sup>	12 sujetos (jóvenes, 6 hombres, 24,8 ± 1,7; Mayores, 6 hombres, 67,7 ± 1,4), Reino Unido	Físicamente activos	Funcional y no funcional	ROM. Test de bajar escalones	Mayores y jóvenes utilizaban estrategias cinemáticas diferentes al bajar escalones. Mayor ROM de tobillo en mayores que en jóvenes. Los mayores mantenían más tiempo una posición plana del pie



Hassinen et al. (2005) <sup>69</sup>	146 sujetos (67 mujeres; 72,3 ± 1,3; 79 hombres, 72,0 ± 1,2), Finlandia	Sanos	Funcional y no funcional	Cuestionario. Marcha. Tests de equilibrio	Los hombres tenían más equilibrio y más velocidad andando que las mujeres. La obesidad, el sobrepeso central y el <i>stiffness</i> muscular se asociaron con trastornos en el equilibrio y la capacidad de marcha. La estrategia de recuperación del equilibrio hacia delante es el aumento de la base de apoyo. Los mayores tuvieron déficit en los mecanismos del control de la estabilidad dinámica. Los déficits estaban asociados a una menor fuerza muscular y a la rigidez de las piernas. El margen de estabilidad del pie de contacto y el máximo ángulo de flexión de rodilla en el aterrizaje fue menor en los mayores y el grupo de múltiples pasos. La edad disminuye la recuperación de la estabilidad y el grado de inestabilidad en la fase de aterrizaje.
Karamanidis et al. (2008) <sup>47</sup>	18 hombres; jóvenes (n = 9; edad, 27 ± 4); mayores (n = 9; edad, 64 ± 3), Alemania	Corredores experimentados de resistencia	No funcional	Un paso con el desequilibrio. Fuerza	El deterioro de la capacidad de andar fue significativamente mayor en el grupo B. Los dos grupos que andaban independientes tenían más DMO que los otros 3 grupos. Diferencia significativa en la DMO entre la población general japonesa y los mayores con fractura (entre 75 y 79 años).
Carty et al. (2011) <sup>51</sup>	47 sujetos: jóvenes (grupo control), 8 mujeres, 8 hombres, 20-30) mayores, 15 mujeres, 16 hombres (grupo un paso, n = 12, 71,4 ± 1,5; grupo múltiples pasos, n = 19, 76,4 ± 1,2), Australia	Sanos	No funcional	Un paso con el desequilibrio	
Morita et al. (2005) <sup>70</sup>	373 sujetos (grupo A [1989-1993], 157 mujeres, 81,0 ± 8,9; grupo B [1999-2003], 216 mujeres, 83,1 ± 8,0). A su vez en capacidad de andar: sin bastón, con bastón, con andador o bajo supervisión, con asistencia física, incapacidad de andar, Japón	Operados de cadera	No funcional	DXA	
Arampatzis et al. (2008) <sup>50</sup>	38 sujetos (grupo estables, 10 hombres, 64 ± 3; grupo inestables, 28 hombres, 64 ± 3), Alemania		No funcional	Un paso con el desequilibrio. Fuerza	Deficiencias en la manera de lograr el equilibrio con los mecanismos de estabilidad dinámica hacia delante en mayores. El grupo inestable obtenía fuerzas de reacción horizontales más altos

DMO: densidad mineral ósea; DXA: densitometría ósea; GRF: *ground reaction forces* (fuerzas de reacción del suelo); IMC: índice de masa corporal; ROM: rango de movilidad articular.



**Figura 1** Diferencias en la marcha entre jóvenes y mayores.

siempre que se pueda con grupos reducidos, ya que así es más fácil atender a la ejecución de cada persona y se pueden lograr mayores cambios. Creemos que las líneas futuras de investigación deberán dirigirse a valorar la efectividad directa de nuevos ejercicios en la disminución del riesgo de caídas. Estos pueden implicar en diferente medida el trabajo de fuerza de la extremidad inferior, del rango de movimiento en el que se ejerce esta, del equilibrio y reequilibrio y, finalmente, de diversas tareas cognitivas.

## Conclusiones

- Las personas mayores presentan un patrón de marcha más variable, con menor velocidad y amplitud de paso que los jóvenes. Este patrón se asocia con un mayor riesgo de caídas. Los hombres mayores tienen menor riesgo de caídas que las mujeres mayores, y en ambos casos el riesgo disminuye tanto con entrenamientos basados en desplazamientos como con entrenamientos específicos de capacidades físicas.
- Las personas mayores, tanto sanas como con patologías (las sedentarias y las físicamente activas), mejoran diferentes aspectos de la calidad de vida y consiguen reducir el riesgo de caídas con entrenamientos funcionales y también con entrenamientos específicos de la fuerza, del equilibrio y de la flexibilidad.
- Los entrenamientos de tipo funcional se usan sobre todo en personas con patologías y en sedentarias. Las

intervenciones que incluyen estos entrenamientos suelen ser más largas que las de tipo no funcional.

- Los entrenamientos específicos de capacidades físicas que se han usado mejoran todos ellos los rangos de movimiento, el equilibrio dinámico y los patrones de marcha en las personas mayores. No obstante, este tipo de entrenamiento se suele emplear sobre todo con sujetos sanos.
- En los estudios comparativos entre grupos sin intervención el tipo de test más utilizado es el de marcha, en el que se evalúa principalmente la velocidad del desplazamiento.

## Financiación

Este proyecto ha sido financiado por el Consejo Superior de Deportes, referencia 089 UPB10/12.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Agradecimientos

Se agradece la colaboración a Javier Romero Retamosa en la figura de las diferencias en la marcha entre jóvenes y mayores.

## Bibliografía

1. Milat AJ, Watson WL, Monger C, Barr M, Giffin M, Reid M. Prevalence, circumstances and consequences of falls among community-dwelling older people: Results of the 2009 NSW Falls Prevention Baseline Survey. *N S W Public Health Bull.* 2011;22:43–8.
2. Dougherty J, Kancel A, Ramar C, Meacham C, Derrington S. The effects of a multi-axis balance board intervention program in an elderly population. *Mo Med.* 2011;108:128–32.
3. Gaxatte C, Nguyen T, Chourabi F, Salleron J, Pardessus V, Delabrière I, et al. Fear of falling as seen in the multidisciplinary falls consultation. *Ann Phys Rehabil Med.* 2011;54:248–58.
4. Heinrich S, Rapp K, Rissmann U, Becker C, König H-H. Service use and costs of incident femoral fractures in nursing home residents in Germany: The Bavarian Fall and Fracture Prevention Project (BF2P2). *J Am Med Dir Assoc.* 2011;12:459–66.
5. Budhia S, Mikyas Y, Tang M, Badamgarav E. Osteoporotic fractures: A systematic review of U.S. healthcare costs and resource utilization. *Pharmacoeconomics.* 2012;30:147–70.
6. McAuley E, Mihalko SL, Rosengren K. Self-efficacy and balance correlates of fear of falling in the elderly. *J Aging Phys Act.* 1997;5:329–40.
7. Liu-Ambrose T, Khan KM, Eng JJ, Lord SR, McKay HA. Balance confidence improves with resistance or agility training. Increase is not correlated with objective changes in fall risk and physical abilities. *Gerontology.* 2004;50:373–82.
8. Graafmans WC, Lips P, Wijlhuizen GJ, Pluijm SM, Bouter LM. Daily physical activity and the use of a walking aid in relation to falls in elderly people in a residential care setting. *Z Gerontol Geriatr.* 2003;36:23–8.
9. Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, Lamb SE, Gates S, Cumming RG, et al. Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Of Systematic Reviews (Online).* 2009;CD007146.
10. Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, Sherrington C, Gates S, Clemson LM, et al. Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Of Systematic Reviews (Online).* 2012;9:CD007146.
11. Larsen AH, Sorensen H, Puggaard L, Aagaard P. Biomechanical determinants of maximal stair climbing capacity in healthy elderly women. *Scand J Med Sci Sports.* 2009;19:678–86.
12. Mihalko SL, McAuley E. Strength training effects on subjective well-being and physical function in the elderly. *J Aging Phys Act.* 1996;4:56–68.
13. Hunter GR, McCarthy JP, Bamman MM. Effects of resistance training on older adults. *Sports Med.* 2004;34:329–48.
14. Orr R, Raymond A, Singh MF. Efficacy of progressive resistance training on balance performance in older adults. *Sports Med.* 2008;38:317–43.
15. Baydal-Bertomeu JM, Barberà i Guillem R, Soler-Gracia C, Peydro de Moya MF, Prat JM, Barona de Guzmán R. Determination of postural behaviour patterns in the Spanish healthy population. *Acta Otorrinolaringol Esp.* 2004;55:260–9.
16. Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait Posture.* 1995;3:193–214.
17. Horak FB, Shupert CL, Mirka A. Components of postural dyscontrol in the elderly: A review. *Neurobiol Aging.* 1989;10:727–38.
18. Izquierdo M, Aguado X, Gonzalez R, Lopez JL, Hakkinen K. Maximal and explosive force production capacity and balance performance in men of different ages. *Eur J Appl Physiol.* 1999;79:260–7.
19. Davis JC, Donaldson MG, Ashe MC, Khan KM. The role of balance and agility training in fall reduction. A comprehensive review. *Eura Medicophys.* 2004;40:211–21.
20. Low S, Ang LW, Goh KS, Chew SK. A systematic review of the effectiveness of Tai Chi on fall reduction among the elderly. *Arch Gerontol Geriatr.* 2009;48:325–31.
21. Wu G. Evaluation of the effectiveness of Tai Chi for improving balance and preventing falls in the older population—A review. *J Am Geriatr Soc.* 2002;50:746–54.
22. Leslie M, St. Pierre RW. An integrated risk assessment approach to fall prevention among community-dwelling elderly. *American Journal of Health Studies.* 1999;15:57.
23. Klein DA, Stone WJ, Phillips WT, Gangi J, Hartman S. PNF training and physical function in assisted-living older adults. *J Aging Phys Act.* 2002;10:476–88.
24. Zakas A, Balaska P, Grammatikopoulou MG, Zakas N, Vergou A. Acute effects of stretching duration on the range of motion of elderly women. *Journal of Bodywork and Movement Therapies.* 2005;9:270–6.
25. Billson JH, Cilliers JF, Pieterse JJ, Shaw BS, Shaw I, Toriola AL. Comparison of home- and gymnasium-based resistance training on flexibility in the elderly. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education & Recreation (SAJR SPER).* 2011;33:1–9.
26. Sherrington C, Whitney JC, Lord SR, Herbert RD, Cumming RG, Close JCT. Effective exercise for the prevention of falls: A systematic review and meta-analysis. *J Am Geriatr Soc.* 2008;56:2234–43.
27. Feland JB, Myrer JW, Schulthies SS, Fellingham GW, Measom GW. The effect of duration of stretching of the hamstring muscle group for increasing range of motion in people aged 65 years or older. *Phys Ther.* 2001;81:1110–7.
28. Plachy J, Kovách M, Bognár J. Improving flexibility and endurance of elderly women through a six-month training programme. *Human Movement.* 2012;13:22–7.
29. Arampatzis A, Peper A, Bierbaum S. Exercise of mechanisms for dynamic stability control increases stability performance in the elderly. *J Biomech.* 2011;44:52–8.
30. Silsupadol P, Shumway-Cook A, Lugade V, van Donkelaar P, Chou L-S, Mayr U, et al. Effects of single-task versus dual-task training on balance performance in older adults: A double-blind randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2009;90:381–7.
31. Silsupadol P, Lugade V, Shumway-Cook A, van Donkelaar P, Chou L-S, Mayr U, et al. Training-related changes in dual-task walking performance of elderly persons with balance impairment: A double-blind, randomized controlled trial. *Gait Posture.* 2009;29:634–9.
32. De Vreede PL, Samson MM, van Meeteren NL, van der Bom JG, Duursma SA, Verhaar HJ. Functional tasks exercise versus resistance exercise to improve daily function in older women: A feasibility study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85:1952–61.
33. De Vreede PL, Samson MM, van Meeteren NLU, Duursma SA, Verhaar HJJ. Functional-task exercise versus resistance strength exercise to improve daily function in older women: A randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc.* 2005;53:2–10.
34. Fleuren MAH, Vrijkotte S, Jans MP, Pin R, van Hespren A, van Meeteren NLU, et al. The implementation of the functional task exercise programme for elderly people living at home. *BMC Musculoskelet Disord.* 2012;13:128.
35. Brauer SG, Morris ME. Can people with Parkinson's disease improve dual tasking when walking? *Gait Posture.* 2010;31:229–33.
36. Granacher U, Muehlbauer T, Bridenbaugh S, Bleiker E, Wehrle A, Kressig RW. Balance training and multi-task performance in seniors. *Int J Sports Med.* 2010;31:353–8.
37. Bierbaum S, Peper A, Karamanidis K, Arampatzis A. Adaptational responses in dynamic stability during disturbed walking in the elderly. *J Biomech.* 2010;43:2362–8.

38. Bierbaum S, Peper A, Karamanidis K, Arampatzis A. Adaptive feedback potential in dynamic stability during disturbed walking in the elderly. *J Biomech.* 2011;44:1921–6.
39. Blankevoort CG, Heuvelen MJGV, Boersma F, Luning H, Jong JD, Scherder EJA. Review of effects of physical activity on strength, balance, mobility and ADL performance in elderly subjects with dementia. *Dement Geriatr Cogn Disord.* 2010;30:392–402.
40. Toulotte C, Thevenon A, Watelain E, Fabre C. Identification of healthy elderly fallers and non-fallers by gait analysis under dual-task conditions. *Clin Rehabil.* 2006;20:269–76.
41. García-García FJ, Larión Zugasti JL, Rodríguez Mañas L. Frailty: a phenotype under review]. *Gac Sanit.* 2011;25 Suppl 2:51–8.
42. Makary MA, Segev DL, Pronovost PJ, Syin D, Bandeen-Roche K, Patel P, et al. Frailty as a predictor of surgical outcomes in older patients. *J Am Coll Surg.* 2010;210:901–8.
43. Garcia-Garcia FJ, Gutierrez Avila G, Alfaro-Acha A, Amor Andres MS, de los Angeles de la Torre Lanza M, Escribano Aparicio MV, et al. The prevalence of frailty syndrome in an older population from Spain. The Toledo Study for Healthy Aging. *J Nutr Health Aging.* 2011;15:852–6.
44. Teixeira-Salmela LF, Santiago L, Lima RCM, Lana DM, Camargos FFO, Cassiano JG. Functional performance and quality of life related to training and detraining of community-dwelling elderly. *Disabil Rehabil.* 2005;27:1007–12.
45. González-Ravé JM, Sánchez-Gómez A, Santos-García DJ. Efficacy of two different stretch training programs (passive vs. proprioceptive neuromuscular facilitation) on shoulder and hip range of motion in older people. *J Strength Cond Res.* 2012;26:1045–51.
46. Rogers MW, Johnson ME, Martinez KM, Mille M-L, Hedman LD. Step training improves the speed of voluntary step initiation in aging. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2003;58:M46.
47. Karamanidis K, Arampatzis A, Mademli L. Age-related deficit in dynamic stability control after forward falls is affected by muscle strength and tendon stiffness. *J Electromyogr Kinesiol.* 2008;18:980–9.
48. Rogers MW, Tamulevicius N, Coetsee MF, Curry BF, Semple SJ. Knee osteoarthritis and the efficacy of kinesthesia, balance & agility exercise training: A pilot study. *International Journal of Exercise Science.* 2011;4:122–32.
49. Liu-Ambrose TYL, Khan KM, Eng JJ, Lord SR, Lentle B, McKay HA. Both resistance and agility training reduce back pain and improve health-related quality of life in older women with low bone mass. *Osteoporos Int.* 2005;16:1321–9.
50. Arampatzis A, Karamanidis K, Mademli L. Deficits in the way to achieve balance related to mechanisms of dynamic stability control in the elderly. *J Biomech.* 2008;41:1754–61.
51. Carty CP, Mills P, Barrett R. Recovery from forward loss of balance in young and older adults using the stepping strategy. *Gait Posture.* 2011;33:261–7.
52. Helbostad JL, Moe-Nilssen R. The effect of gait speed on lateral balance control during walking in healthy elderly. *Gait Posture.* 2003;18:27.
53. Šokelienė V, Česnaitienė VJ. The influence of Nordic walking on physical fitness of elderly people. *Education Physical Training Sport.* 2011:45–51.
54. Parkatti T, Perttunen J, Wacker P. Improvements in functional capacity from Nordic walking: A randomized controlled trial among older adults. *J Aging Phys Act.* 2012;20:93–105.
55. Breyer M-K, Breyer-Kohansal R, Funk G-C, Dornhofer N, Spruit MA, Wouters EFM, et al. Nordic walking improves daily physical activities in COPD: A randomised controlled trial. *Respir Res.* 2010;11:112.
56. Chow TPY, Ng GYF. Active, passive and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching are comparable in improving the knee flexion range in people with total knee replacement: A randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2010;24:911–8.
57. Kwon J, Suzuki T, Yoshida H, Kim H, Yoshida Y, Iwasa H, et al. Association between change in bone mineral density and decline in usual walking speed in elderly community-dwelling Japanese women during 2 years of follow-up. *J Am Geriatr Soc.* 2007;55:240–4.
58. Fraga MJ, Cadore SA, Ferreira MA, Giani TS, Dantas EHM. Aerobic resistance, functional autonomy and quality of life (QoL) of elderly women impacted by a recreation and walking program. *Arch Gerontol Geriatr.* 2011;52:e40–3.
59. Kubo K, Ishida Y, Suzuki S, Komuro T, Shirasawa H, Ishiguro N, et al. Effects of 6 months of walking training on lower limb muscle and tendon in elderly. *Scand J Med Sci Sports.* 2008;18:31–9.
60. Kemoun G, Thibaud M, Roumagne N, Carette P, Albinet C, Tousseint L, et al. Effects of a physical training programme on cognitive function and walking efficiency in elderly persons with dementia. *Dement Geriatr Cogn Disord.* 2010;29:109–14.
61. Merati M, Beretta A, Eid L, Casolo F, Lovecchio N. Physical activity effects in elderly female: Evaluation through six-minute walking test. *Sport Science Review.* 2011;20:95–104.
62. Silsupadol P, Ka-Chun S, Shumway-Cook A, Woollacott MH. Training of balance under single- and dual-task conditions in older adults with balance impairment. *Phys Ther.* 2006;86:269–81.
63. Dias RC, Dias JMD. Impact of an exercise and walking protocol on quality of life for elderly people with OA of the knee. *Physiother Res Int.* 2003;8:121–30.
64. Morini S, Bassi A, Cerulli C, Marinozzi A, Ripani M. Hip and knee joints flexibility in young and elderly people: Effect of physical activity in the elderly. *Biology of Sport.* 2004;21:25–37.
65. Mansfield A, Peters AL, Liu BA, Maki BE. Effect of a perturbation-based balance training program on compensatory stepping and grasping reactions in older adults: A randomized controlled trial. *Phys Ther.* 2010;90:476–91.
66. Kamada M, Kitayuguchi J, Shiwaku K, Inoue S, Okada S, Mutoh Y. Differences in association of walking for recreation and for transport with maximum walking speed in an elderly Japanese community population. *J Phys Act Health.* 2011;8:841–7.
67. Stergiou N, Giakas G, Byrne JE, Pomeroy V. Frequency domain characteristics of ground reaction forces during walking of young and elderly females. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2002;17:615–7.
68. Lark SD, Buckley JG, Jones DA, Sargeant AJ. Knee and ankle range of motion during stepping down in elderly compared to young men. *Eur J Appl Physiol.* 2004;91:287–95.
69. Hassinen M, Komulainen P, Lakka TA, Väisänen SB, Rauramaa R. Associations of body composition and physical activity with balance and walking ability in the elderly. *J Phys Act Health.* 2005;2:298.
70. Morita S, Jinno T, Nakamura H, Kumei Y, Shinomiya K, Yamamoto H. Bone mineral density and walking ability of elderly patients with hip fracture: A strategy for prevention of hip fracture. *Injury.* 2005;36:1075–9.