

Revisión sistemática sobre el impacto de la actividad física en los trastornos de la marcha en el adulto mayor

Systematic Review of the Impact of Physical Activity on Gait Disorders in the Elderly

JEISON DANIEL SALAZAR PACHÓN

JHON F. RAMÍREZ VILLADA

DAVID CHAPARRO

Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación

Grupo de Investigación en Ciencias Aplicadas al Ejercicio, el Deporte y la Salud (GICAEDS)

Universidad Santo Tomás (Colombia)

HENRY H. LEÓN

Universidad de La Sabana (Colombia)

Correspondencia con autor

Jhon F. Ramírez Villada

jhonramirezvillada@gmail.com

Resumen

Objetivos. 1) realizar una revisión sistemática de los estudios que examinan el impacto de la actividad física en los trastornos de la marcha del adulto mayor entre el periodo de 2003-2013, y 2) hacer recomendaciones basadas en el nivel y la fuerza de las evidencias. **Método.** La revisión fue limitada a: tipo de estudio, periodo de publicación, alteraciones de marcha, actividad física, frecuencia, duración, intensidad, protocolos de evaluación. En el proceso de adquisición de la información fueron empleadas las palabras clave marcha, patrón de marcha, biomecánica de la marcha, autonomía, funcionalidad, actividad física, ejercicio físico, vejez, adulto mayor, lesiones, fallos, caídas. Un total de 963 artículos fueron valorados desde la metodología, los resultados, la discusión y las conclusiones. Sólo 52 documentos cumplían con los criterios inclusión y exclusión establecidos, facilitando la presentación de niveles de evidencia y fuerza de las recomendaciones. **Resultados:** los programas de entrenamiento físico basados en la potencia muscular, con una frecuencia no menor a dos días por semana, mínimo por 12 semanas, 150 minutos semanales de trabajo, con intensidades entre 50 % y el 80 % respecto a la variable de trabajo generan adaptaciones positivas en la marcha del adulto mayor. Hay una gran variedad de materiales y métodos empleados en la valoración de los patrones de marcha, factor que limita la validez externa de los estudios revisados.

Palabras clave: trastorno de la marcha, adulto mayor, ejercicio físico, funcionalidad

Abstract

Systematic Review of the Impact of Physical Activity on Gait Disorders in the Elderly

Objective: 1) carry out a systematic review of studies examining the impact of physical activity on gait disorders of the elderly in the period 2003-2013, and 2) put forward recommendations based on the level and strength of the evidence. **Method:** the review was limited to type of study, publication period, gait changes, physical activity, frequency, duration, intensity and assessment protocols. The keywords gait, gait pattern, gait biomechanics, range, functionality, physical activity, exercise, old age, elderly, injury, failure and falls were used in the information gathering process. A total of 963 articles were assessed based on their methodology, results, discussion and conclusions. Only 52 papers met the established inclusion and exclusion criteria, thus facilitating the presentation of levels of evidence and strength of the recommendations. **Results:** physical training programmes based on muscle power with a frequency of no less than two days per week and for at least 12 weeks, 150 minutes per week of work, and with intensities between 50% and 80% with respect to the work variable generate positive adjustments in the gait of the elderly. There is a wide variety of materials and methods used in the assessment of gait patterns, a factor that limits the external validity of the studies reviewed.

Keywords: gait disorder, elderly, exercise, functionality

Introducción

Caminar es una de las actividades físicas (AF) naturales del ser humano que permite preservar la salud y calidad de vida (Bassett, Fitzhugh, Crespo, King, & McLaughlin, 2002; Dunn, Richard, Shaw, Douglass, & Trousdale, 2012; Gallagher et al., 2010). De hecho, la debilidad muscular, el equilibrio en bipedestación y la habilidad en la marcha son variables diagnósticas que permiten determinar los niveles de autonomía o la prevalencia de accidentalidad en todas las edades, particularmente en mayores de cincuenta años (Shinkai et al., 2000).

Lo mencionado cobra importancia considerando el incremento de población sedentaria situada alrededor del 60 %; de la cual, la mayor cantidad de personas son mayores de 60 años, grupo etario de mayor ritmo de crecimiento en el mundo (Jacoby, Bull, & Neiman, 2003; Ramírez & Ariza, 2013). A los incrementos demográficos se suman estudios que advierten sobre los bajos niveles de AF de los adultos mayores considerando las recomendaciones de 30 minutos diarios, intensidad moderada, cinco o más días de la semana, o también, 20 minutos de intensidad vigorosa, en al menos tres días de la semana (Haskell et al., 2007) para mantener niveles aceptables de locomoción (Hamacher, Singh, Van Dieen, Heller, & Taylor, 2011; Hamer & Chida, 2008; Williams, Matthews, Rutt, Napolitano, & Marcus, 2008).

De manera integral la marcha presenta una compleja interacción entre el cerebro, las vías sensoromotoras, los tejidos periarticulares y musculares (Fritz & Lusardi, 2009; Jahn, Zwergal, & Schniepp, 2010) a partir de un ciclo de movimientos periódicos por parte de los segmentos del cuerpo y la inclusión repetida de pasos (Kuo & Donelan, 2009), cuyos criterios fundamentales son sostener la progresión y mantener el equilibrio para prevenir caerse (Sparrow & Tirosh, 2005), lo cual advierte de su importancia en los procesos de valoración funcional.

Además de lo mencionado, un ciclo de la marcha está compuesto por las fases de apoyo inicial, apoyo final, balanceo inicial y balanceo final, correlacionadas respectivamente con la activación de grupos musculares tales como 1. Extensores de cintura y rodillas, 2. Plantiflexores del tobillo, 3. Dorsiflexores del tobillo y flexores de la cintura y 4. Los gastrocnemios (Lacquaniti, Ivanenko, & Zago, 2012). De dichas caracterización, se distinguen dos momentos esenciales en la marcha, apoyo (*stance*) y balanceo (*swing*), los cuales en su distribu-

ción normal de tiempo empleado ocupan entre el 60 % y 40 % respectivamente (Sweeting & Mock, 2007), lo cual brinda otros elementos al control y seguimiento de los cambios motores sufridos en la vejez.

Se determina entonces que un patrón saludable de la marcha depende de diversas características biomecánicas, dirigidas por el sistema nervioso central (SNC) para la economía y la estabilidad del ciclo de la marcha, y esto ofrece una información diagnóstica anticipada de las modificaciones en los niveles de autonomía a mediano y largo plazo, así como del potencial riesgo de accidentalidad (Kuo & Donelan, 2009).

Atendiendo a los argumentos expuestos la presente revisión sistemática se orientó hacia dos objetivos:

- a) Analizar la información científica entre el periodo de 2003-2013 sobre los trastornos de la marcha en el adulto mayor y el efecto de diferentes modelos de intervención basados en ejercicio físico.
- b) Hacer recomendaciones basadas en la clasificación de las evidencias sobre los modelos exitosos de mayor efecto para el incremento y mantenimiento del nivel de autonomía funcional.

Metodología

La revisión sistemática se centró en todos aquellos estudios que analizan los patrones de la marcha en el adulto mayor saludable, bajo la mirada de tres ejes fundamentales: 1) alteraciones en los patrones de marcha, 2) efectos de los programas de intervención física y 3) protocolos empleados en la valoración.

La información empleada en el presente trabajo atendió a los siguientes criterios:

- **Periodo de publicación.** Se consideraron solo estudios realizados entre el 2003 y el 2013.
- **Características del estudio.** Se acudió a metanálisis, revisiones sistemáticas, revisiones teóricas, estudios aleatorizados y opinión de expertos divulgados en medios científicos.
- **Bases de datos.** Se emplearon las bases de datos *Medline*, *PubMed*, *Science Direct* y *EBSCO*, *Organización Mundial de la Salud*, *Colegio Americano de Medicina del Deporte*.
- **Proceso de adquisición de la información.** Se usaron las diferentes conjugaciones (AND) de las siguientes palabras clave en inglés: marcha, fase de marcha, patrón de marcha, biomecánica

Niveles de evidencia	
1++	Metanálisis de alta calidad, revisiones sistemáticas de ensayos controlados y aleatorizados con riesgo de sesgo muy bajo.
1+	Metanálisis de alta calidad, revisiones sistemáticas de ensayos controlados y aleatorizados con riesgo de sesgo bajo.
1-	Metanálisis, revisiones sistemáticas de ensayos controlados y aleatorizados con riesgo de sesgo alto.
2++	Revisiones sistemáticas de alta calidad de estudios de cohortes o casos controles. Estudios de cohorte y casos controles con riesgo de sesgos muy bajo y alta probabilidad de que la relación sea causal.
2+	Estudios de cohorte y casos controles bien realizados, con riesgo de sesgos bajo y probabilidad moderada de que la relación sea causal.
2-	Estudios de cohorte y casos controles con riesgo de sesgos muy alto y riesgo significativo de que la relación no sea causal.
3	Estudios no analíticos (ejemplos: series de casos).
4	Opinión de expertos.

Tabla 1. Niveles de evidencia establecidos

Fuerza de las recomendaciones	
A	Al menos un metanálisis, revisión sistemática de ensayos controlados y aleatorizados, directamente aplicables a la población diana o evidencia suficiente derivada de estudios de nivel 1+, directamente aplicable a la población diana y que demuestren consistencia global en los resultados.
B	Evidencia suficiente derivada de estudios de nivel 2++, directamente aplicable a la población diana y que demuestran consistencia global con los resultados. Evidencia extrapolada de estudios de nivel 1++ o 1+.
C	Evidencia suficiente derivada de estudios de nivel 2+, directamente aplicable a la población diana y que demuestran consistencia global con los resultados. Evidencia extrapolada de estudios de nivel 2++.
D	Evidencia de nivel 3 o 4. Evidencia extrapolada de estudios de nivel 2+.

Tabla 2. Fuerza de las recomendaciones

de la marcha, ejercicio físico, actividad física, autonomía, funcionalidad, vejez, adulto mayor, lesiones, caídas, fallos. Con los artículos encontrados, se procedió a revisar sus títulos, se eliminaron las duplicas y se examinaron los ejes de estudio, con particular atención a la metodología propuesta, los resultados, a discusión y las conclusiones.

- **Protocolos de control diagnóstico aplicados.** Una vez los estudios fueron identificados, se realizó una jerarquización acorde a las pruebas de control, de manera que se pudiera asegurar la confiabilidad y validez de la información tratada; se depuró la información en ellos y se procedió a un análisis y reflexión con el uso del programa EdNote9 y su clasificación acorde a los criterios establecidos por el centro para la revisión y la difusión (Center for reviews and dissemination, 2001) en seis niveles

de evidencia y cuatro de fuerza de las recomendaciones (*tablas 1 y 2*).

- **Tipología de los programas basados en el ejercicio físico.** La última etapa consistió en identificar los contenidos (tipos de ejercicios), intensidad, frecuencia de la práctica, duración de la sesión, recuperación entre series, ejercicios y sesiones, número de series y repeticiones por ejercicio, contraindicaciones, dolores, lesiones o caídas informadas, que permita ordenar la información y enriquecer el proceso de programación de ejercicio físico en adultos mayores de sesenta años orientado a la mejora de los patrones de marcha.

Resultados

De los 963 documentos completos fueron excluidos 911, lo que permitió trabajar con 52 artículos que

atendieron a los criterios de partida establecidos (figura 1).

Del total de artículos seleccionados cinco corresponden a metanálisis, ocho a revisiones sistemáticas, veinte son revisiones teóricas y diecinueve son estudios aleatorizados. Se identificaron dos modalidades de intervenciones basadas en ejercicio físico, la primera consiste en el entrenamiento de la fuerza, en todas sus manifestaciones, fuerza tradicional (volumen elevado en las cargas empleadas, 80 % de 1-RM o superior, y velocidad lenta en el ciclo de contracción muscular) y se resaltan los programas enfocados en la potencia (ejecución de movimientos rápidos, como suma de la fuerza y la velocidad, cargas ligeras o moderadas 30 %-70 % de 1-RM), incluso con herramientas como chalecos de fuerza o bandas elásticas (tabla 2); en tanto la segunda, combina diferentes tipos de ejercicio, en el que se incluye el entrenamiento aeróbico, el equilibrio, la flexibilidad o el tai chi, por lo tanto este grupo se denominó como entrenamiento combinado.

Por otra parte, un total de 21 artículos permitió obtener información acerca de los materiales e instrumentos utilizados para la evaluación de los patrones de marcha (tabla 3), de cuya identificación resultó: la variable más evaluada fue la velocidad de la marcha, la cual se encontró en todos los estudios y en dos situaciones *a*) velocidad de caminata normal y *b*) lo más rápido que se pueda caminar, seguida por la variable longitud del paso, duración de la zancada y anchura del paso.

De los 104 protocolos empleados, se destaca el uso de pasarelas de marcha, acelerómetros, fotoceldas, cronómetros y registros de vídeo. Los recorridos fueron en mayor porcentaje 41,3 % a distancia entre 6 m y 9,50 m, seguidos por 33,6 % < 5 m, 15,3 % lo hicieron entre 10 m a 14 m y solo un 9,6 % empleó trayectos mayores, siendo 30m la distancia más grande (Bohannon & Williams Andrews, 2011). Hay estudios que incluyeron la motivación verbal (Graham, Ostir, Fisher, & Ottenbacher, 2008).

Discusión

Principales alteraciones de los patrones de la marcha en el adulto mayor, apartado I

Con base a lo revisado, el concepto de alteración en la marcha para esta población debe ser considerado conforme se presenten en la persona anomalías en su

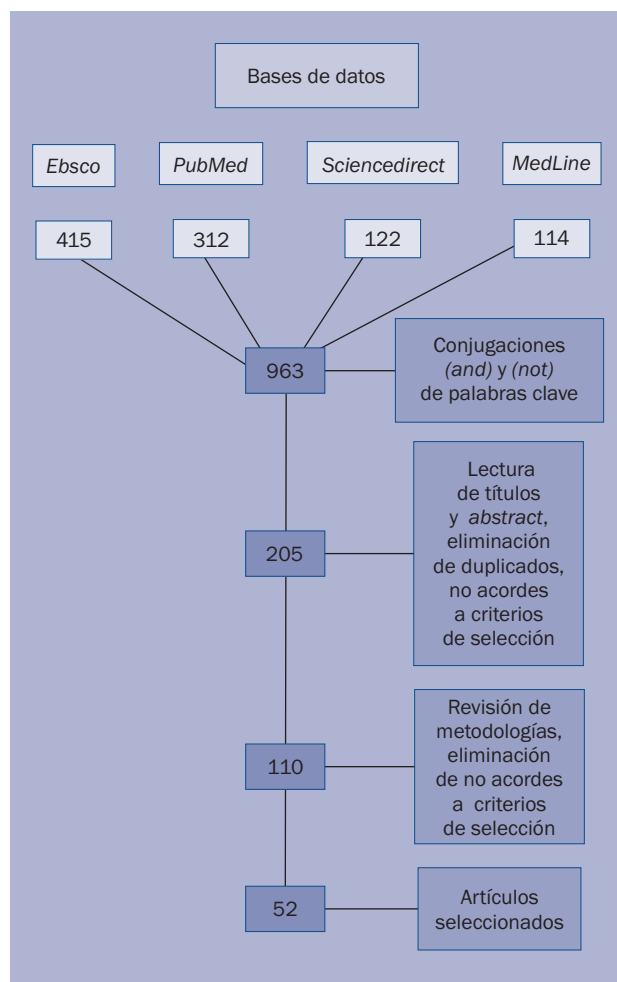


Figura 1. Proceso de selección de los estudios empleados

locomoción, distintas a aquellas que se dan por razón de patologías o cambios fisiológicos del envejecimiento (Jahn et al., 2010), y que sean observables durante el ciclo de la marcha.

Por tal motivo, se cree que es idónea la clasificación sugerida por algunos autores (Lord, Howe, Greenland, Simpson, & Rochester, 2011), en la que determinaron dos parámetros primordiales y calculables a la hora de caminar (*a*, parámetros temporales; *b*, parámetros espaciales), los cuales conforman un conjunto denominado variabilidad de los patrones de la marcha y que pueden reflejarse como una alteración:

- a*) parámetros temporales, compuestos por seis variables, tales como: duración del paso, duración del apoyo, duración del balanceo, duración de la zancada, duración del apoyo individual, duración

Naturaleza de las evidencias

Recomendaciones de segundo nivel, existe evidencia suficiente derivada de estudios de cohorte y casos controles con riesgo de sesgo bajo, y alta o moderada probabilidad de que la relación sea causal. Así como revisiones sistemáticas de estudios de cohortes o casos control.

Fuerza de las recomendaciones: B
Número de estudios considerados: 12

- Los parámetros que evidencian las alteraciones de la marcha pueden segmentarse en espaciales y temporales.
- La velocidad de la marcha es una de las características relacionadas al estado de funcionalidad del adulto mayor.
- El envejecimiento genera pérdidas en la calidad del sistema musculoesquelético, que a su vez influyen en la funcionalidad, por lo cual un patrón alterado de la marcha debe ser orientado a las características propias de locomoción de esta población.

Tabla 3. Naturaleza evidencias y fuerza de las recomendaciones del apartado I

del ciclo de la marcha. Conforme a esta visión, se propone la inclusión de otro elemento, el cual ha sido reportado dentro de las alteraciones temporales de la marcha, duración del doble apoyo (Lim, Lin, & Pandy, 2013) complementando de esta manera la presente clasificación.

- b) parámetros espaciales, determinados por cuatro variables: longitud del paso, anchura del paso, longitud de la zancada y velocidad de la marcha.

Atendiendo a las evidencias, se resalta el papel de la velocidad de la marcha, ya que hay una relación lineal entre la velocidad de desplazamiento y el gasto de energía, el consumo de oxígeno (VO_2) y la frecuencia cardíaca (FC) (Cetin, Muzembo, Pardessus, Puisieux, & Thevenon, 2010). Una marcha sostenida en el tiempo a una velocidad moderada o alta, refleja un estado saludable, el cual permite un mejor desempeño en la ejecución de diferentes actividades básicas cotidianas, siendo entonces la máxima velocidad de marcha una forma de evaluar la independencia funcional (Kamada et al., 2011).

Se considera por el contrario, que una velocidad lenta en la marcha puede deberse a problemas de salud general, discapacidad en la movilidad, bajo funcionamiento físico y cognitivo, que puede conducir a vulnerabilidad a las caídas, pérdida de la dependencia, hospitalización e incluso la muerte (Graham, Fisher, Berges, Kuo, & Ostir, 2010; Kearney, Harwood, Gladman, Lincoln, & Masud, 2013).

Varios estudios asociaron la variabilidad de la marcha con el aumento de distintas enfermedades neurodegenerativas, atribuyendo una relación entre una menor velocidad de marcha y el aumento en la variabilidad de los pasos, lo que a su vez generaría una mayor inestabilidad durante el desplazamiento, un aspecto que aún no es claro (Beauchet et al., 2009).

Una revisión sistemática (Hamacher et al., 2011) sobre las alteraciones de la marcha en el adulto mayor, analizó 29 artículos de los 9.889 iniciales, alrededor del año 1980 al 2011, resaltó que las medidas de variabilidad de la duración de balanceo, duración de la zancada, duración del apoyo y longitud del paso fueron relacionadas a aquellas personas que presentaron caídas durante un periodo cercano al de la valoración, datos también contemplados en otros estudios (Kearney et al., 2013; Van Emmerik, Hamill, & McDermott, 2005).

La principal diferencia de la cinemática de la marcha entre jóvenes y adultos se da en la anchura del paso, duración de la zancada, duración del doble apoyo y velocidad de la marcha (Granacher, Muehlbauer, & Gruber, 2012; Hamacher et al., 2011; Lim et al., 2013), causantes de una marcha más lenta, cuando se combina con la realización de varias tareas al mismo tiempo, posiblemente por el aumento de la duración del doble apoyo y la disminución de la longitud del paso (Halvarsson, Olsson, Faren, Pettersson, & Stahle, 2011).

Otros factores asociados son: la pérdida de masa magra y de densidad ósea, procesos que se dan con el envejecimiento y por la falta de entrenamiento físico, generan alteraciones a la hora de caminar, puesto que disminuyen el rendimiento físico y causan debilidad muscular, afectando al desarrollo de actividades básicas cotidianas (Granacher et al., 2012) (tabla 3).

Intervención física sobre los patrones de marcha en el adulto mayor, apartado II

Entrenamiento de la fuerza

Algunos estudios reflejan la importancia que tiene el entrenamiento de la fuerza en el adulto mayor, puesto que no solamente mejora los valores de tal capacidad,

sino que de forma lineal incrementa el tejido muscular y óseo (González, Delgado, & Vaquero, 2003).

En términos de funcionalidad, aún hay controversias sobre el mejor tipo de entrenamiento a realizar, informaciones referentes a los ejercicios seleccionados, la frecuencia, el volumen, la densidad y la velocidad de contracción muscular continúan siendo parte de las actuales investigaciones (Caserotti, 2010; Hazell, Kenno, & Jakobi, 2007; Tschopp, Sattelmayer, & Hilfiker, 2011; Williams et al., 2008).

Una revisión sistemática (Beijersbergen, Granacher, Vandervoort, DeVita, & Hortobágyi, 2013) reunió tres estudios experimentales basados en la fuerza, de los cuales, (Hartmann, Murer, De Bie, & De Bruin, 2009) mostraron mejoras en velocidad de la marcha alrededor de 1-11 % y de longitud del paso de 5-6 % después de 12 semanas de entrenamiento. Por el mismo periodo de ejercitación (Persch, Ugrinowitsch, Pereira, & Rodacki, 2009), a través de contracciones isométricas máximas para los músculos de la cadera, rodillas y tobillos, se incrementó la longitud del paso en 0,14 m, valores de velocidad de la marcha en 0,13m/s y cadencia 11 pasos/min en adultos > 61 años. McGibbon (2003) comparó 6 semanas de un programa tradicional de fuerza con uno de fuerza funcional, en una pequeña muestra de adultos de 75 años, resultados a favor de la fuerza funcional fueron dados en velocidad de la marcha.

De 20 estudios que representan un número de 815 sujetos ± 72 años, hay una hipótesis de que puede existir una relación entre la ganancia en fuerza de los cuádriceps, señalando además que la fuerza muscular está relacionada con el rendimiento en las actividades cotidianas, incluido caminar, la mejora de la movilidad y la rápida velocidad de la marcha (Beijersbergen et al., 2013).

Un metanálisis realizado por diversos autores (Lopopolo, Greco, Sullivan, Craik, & Mangione, 2006) muestra el resultado de 33 estudios situados entre 1995 y 2003, orientados a intervenciones de ejercicio físico y la mejora de la velocidad de la marcha habitual y rápida. Este estudio concluyó que el ejercicio, específicamente de fuerza, incluso cuando es combinado con otros tipos de entrenamiento como el aeróbico, puede tener efectos positivos en la velocidad de la marcha ($r = ,145$ $p = 0,17$ y $r = 1,76$ $p = 0,02$ respectivamente).

Tras 8 estudios basados en el entrenamiento de la fuerza ($n=280$), la probabilidad de éxito de la mejora de habitual velocidad de la marcha fue de 56 %, siendo 1,61 veces más que para el grupo control, con cambios alrededor de 0,02 m/s cuando se trabaja a altas intensi-

dades y frecuencia de entrenamiento (Lopopolo et al., 2006).

Un cuadro descriptivo sobre el impacto de los estudios en fuerza o potencia en el adulto mayor (Granacher, Zahner, & Gollhofer, 2008), reunió programas tales como (Fiatarone et al., 1990) tras 8 semanas de 80 % 1-RM en 10 sujetos >80 años, generando ganancias de +174 % 1-RM y +48 % en un tándem de velocidad de la marcha. (Hakkinen, Alen, Kallinen, Newton, & Kraemer, 2000) tras 24 semanas de fuerza combinada con potencia 50 %-80 % 1-RM en 36 sujetos > 62, tuvo ganancias de +23-29 % de 1-RM y +11 % en velocidad de la marcha (Schlicht, Camaione, & Owen, 2001) al final de 8 semanas de un programa de alta intensidad (75 % 1-RM) en 24 sujetos >61 años presentó ganancias en extensión de piernas, abducción de cadera, aducción de cadera, *press* glúteo, *press* pierna, extensión de tobillos entre +20 %-48 % 1-RM y en velocidad de la marcha +17 %.

De manera particular, otros autores (Latham, Bennett, Stretton, & Anderson, 2004) sugieren que aunque el entrenamiento de la fuerza tiene un efecto positivo en fuerza, este solo genera un cambio pequeño o moderado en la habilidad funcional, siendo que el incremento de la fuerza no traslada necesariamente mejoras en las actividades del diario vivir.

Tras las informaciones revisadas, y junto con los resultados de los estudios originales revisados (Eyigor, Karapolat, & Durmaz, 2007; Foley, Hillier, & Barnard, 2010; Hartmann et al., 2009; Liu-Ambrose, 2010; Marsh, Miller, Rejeski, Hutton, & Kritchevsky, 2009), se plantea que el frecuente entrenamiento de la fuerza en sí, tras al menos 8 semanas de un programa adecuado, cuando contempla una frecuencia de al menos 2 días por semana, con cargas importantes (7-RM, 70 %-80 % 1-RM) podría generar adaptaciones medianamente significativas en cuanto a las variables de los patrones de marcha, tales como la velocidad para caminar.

Asimismo, las informaciones datan de un gran impacto del entrenamiento de la fuerza cuando este incluye ejercicios de potencia, beneficiando la producción de fuerza explosiva y las actividades del diario vivir en el adulto mayor, efecto probablemente más significativo que aquel de los programas tradicionales de fuerza (Granacher et al., 2008; Hazell et al., 2007).

Entrenamiento de la potencia

Un metanálisis llevado a cabo en 2011 menciona que la independencia en la movilidad es determinada por la

fuerza y la potencia (Tschopp et al., 2011), siendo el entrenamiento de la potencia un tipo específico de entrenamiento de la fuerza en sí, diseñado bajo la manipulación de las variables tradicionales, donde la clave de este componente es la máxima velocidad voluntaria y la larga variación en intensidades (de 40 a 80 % de 1-RM), este parece ser el método con mejores resultados en la funcionalidad del adulto mayor (Bean et al., 2004; Caserotti, 2010; Hartmann, Murer, de Bie, & de Bruin, 2010; Hruda, Hicks, & McCartney, 2003).

Varios estudios indican que la potencia muscular está altamente relacionada con el aumento de la fuerza y del rendimiento para las actividades del diario vivir, en sentido opuesto, una baja potencia muscular está asociada con inhabilidad en las actividades de la vida diaria.

Una recolección de información llevada a cabo por Hazell et al. (2007), ilustró valores de la media porcentual para la mejora de la velocidad de la marcha, siendo estos alrededor de un 11 % cuando se lleva a cabo el entrenamiento de la potencia y 7,5 % para el entrenamiento de la fuerza, considerando programas de 8-16 semanas.

De igual forma fue incluido el estudio de Henwood y Taaffe (2005) en el cual se reportan cambios en las cifras de tensión con incidencia en la respuesta funcional tras 8 semanas de actividad física. Dicho programa fue ejecutado a velocidad lenta y regular entre las fases concéntricas y excéntricas en una primera etapa (3 series, 8 repeticiones, entre el 60-70 % de una $R_{m\acute{a}x}$) y máxima velocidad para la fase concéntrica con modificación de cargas en una segunda etapa (3 series, 8 repeticiones, entre el 35 %, 55 % y 75 % de 1 $R_{m\acute{a}x}$). La propuesta demostró que la fuerza dinámica muscular puede ser incrementada alrededor de 21-82%, la potencia muscular entre el 17-30 % y la funcionalidad entre el 7-26 %.

De forma similar Tschopp (Tschopp et al., 2011) halló mejores resultados con el entrenamiento de la potencia, empleando velocidades altas en el movimiento y cargas moderadas (50-60 % 1-RM). Sin embargo, los autores recomendaron más comparaciones con estudios de baja velocidad y cargas altas (70-80 % 1-RM) para las medidas de funcionalidad, puesto que señalan limitaciones en los estudios incluidos, debido a los pocos estudios seleccionados, ya que generalmente eran estudios pequeños.

Considerando los estudios revisados en la presente investigación (Bean et al., 2004; Fatouros, 2005; Hruda et al., 2003; Marsh et al., 2009; Pereira et al., 2012), coincidimos con (Porter, 2006) quien señala, que aun-

que la fuerza es importante, parece ser que la potencia tiene una mayor relevancia en la mejora de las tareas cotidianas, especialmente la acción de caminar. Siendo esta la razón principal para incluir el entrenamiento de la potencia como parte de un programa en el adulto mayor, ya que en la actividad cotidiana se requiere de movimientos fuertes y rápidos.

Se proponen entrenamientos en los cuales la fase concéntrica sea realizada lo más rápido posible, con una frecuencia semanal de mínimo 2 días por semana, en los que se empleen cargas moderadas (40-70 % 1-RM) con al menos 2-3 series de 8-10 repeticiones, inclusive, aquellos métodos que hacen uso de chalecos de fuerza (Bean et al., 2004) o de bandas elásticas (Fahlman, Mc-Nevin, Boardley, Morgan, & Topp, 2011; Hruda et al., 2003), ya que al parecer podrían tener efectos positivos sobre los patrones de la marcha, así como beneficios económicos en los participantes.

Se sugiere que se realicen futuros estudios experimentales con el fin de reunir más evidencias y ejercicios para orientar la práctica saludable y el estado funcional de los adultos mayores.

Entrenamiento combinado

Se observan resultados sobre ciertas combinaciones o tipos de entrenamiento que afectaron los patrones de la marcha.

En primer lugar, tras una revisión sistemática (Granacher et al., 2008) se observa como el entrenamiento del equilibrio permite tener compensación para las perturbaciones en la desaceleración de la marcha, así como puede inducir a mejoras en la velocidad de la marcha y la longitud de zancada, cuando es combinado con la caminata (Granacher, Gollhofer, & Strass, 2006; Rochat et al., 2008), confirmando los resultados de uno de los estudios revisados (Halvarsson et al., 2011), en el cual hubo adicionalmente una mejora en la disminución porcentual de la fase del doble apoyo.

Considerar la suma de contenidos, tales como el entrenamiento tradicional de la fuerza, el equilibrio y la potencia, en busca de un mejor desempeño en las actividades de la vida diaria dentro de los programas de entrenamiento físico dirigidos al adulto mayor, podría ser apropiado. Sin embargo, para este hecho se requieren más investigaciones (Granacher et al., 2008).

Se observaron leves mejoras en el rendimiento funcional, relacionado con la potencia muscular y la habilidad para caminar, después de haber empleado un programa de entrenamiento basado en la coordinación y

Naturaleza de las evidencias

Recomendaciones de nivel 1++, 1+, 2++ y 2+ en donde existe evidencia de meta-análisis de alta calidad, así como revisiones sistemáticas de alta calidad de estudios controlados, aleatorizados, de cohortes o casos controles. Estudios de cohorte y casos controles con riesgo de sesgo muy bajo, y alta o moderada probabilidad de que la relación sea causal.

Fuerza de las recomendaciones: A

Número de estudios considerados: 27

- El entrenamiento de la potencia, rápida velocidad en la ejecución de los movimientos, especialmente en la fase concéntrica, parece ser el método más adecuado para las mejoras en la acción de caminar en el adulto mayor.
- El ejercicio físico debe ser practicado de forma regular (3-4 días por semana), con una importancia clave en la adaptación de volumen, intensidad, frecuencia, duración de la recuperación, entre otras, con el fin de asegurar los efectos informados.
- Los contenidos del entrenamiento deberían variarse con el fin de emplear diferentes estrategias (bandas elásticas, chalecos de peso, velocidad de ejecución de los movimientos, actividades lúdicas, actividades coordinativas, actividades perceptivas). Siendo las manifestaciones de la fuerza, la base de los programas.
- Es importante que las sesiones sean vigiladas por un profesional experto.

Tabla 4. Naturaleza de las evidencias y fuerza de las recomendaciones del apartado II

actividades lúdicas como la danza, combinadas con ejercicio convencional de musculación en adultos mayores (Hartmann et al., 2009).

Un programa de corta duración basado en la percepción de las superficies de caminata (Nakano et al., 2013), presentó mejoras en velocidad de la marcha.

Podría ser que el uso de sesiones que incluyan tipos de entrenamientos por medio de actividades lúdicas, durante programas de entrenamiento de la fuerza o de la potencia muscular, sean útiles en la funcionalidad del adulto mayor, este hecho ayudaría a combatir la monotonía de contenido durante los programas de entrenamiento.

Otro de los métodos estudiados, fue el aplicado por Li 2007 en una muestra de 47 adultos mayores, que entrenaron Tai Chi durante 48 semanas, al término del programa, hubo mejoras en el apoyo unipodal y en la duración de un test de caminata (Granacher et al., 2006). En relación a este estudio, investigadores (Hill, Smith, Fearn, Rydberg, & Oliphant, 2007) desarrollaron un entrenamiento de 24 semanas en tai chi o yoga, aunque las mejoras en velocidad de la marcha fueron muy leves.

Finalmente, Cao, Maeda, Shima, Kurata y Nishizono (2007) tras 12 semanas de un programa combinado (ejercicio aeróbico, equilibrio, fuerza, coordinación y ejercicios de marcha), no encontró mejoras para velocidad de la marcha, ni longitud del paso (Beijersbergen et al., 2013). Sin embargo, al consultar el artículo, se puede ver que las intensidades de trabajo no son claras, ni la velocidad de ejecución en los movimientos de musculación, por lo que no se sabe si se trata de una

intervención bajo las recomendaciones o evidencias encontradas. (Tabla 4).

Conclusiones

La acción de caminar está compuesta por tres fases importantes, apoyo, doble apoyo y balanceo. Una consecución de pasos permite poner en evidencia diferentes patrones que pueden determinar el estado de saludable de la marcha, los cuales se relacionan con la salud física del adulto mayor.

El entrenamiento de la potencia con el uso de diferentes tipos de cargas moderadas, puede ser, actualmente, el mejor método de tratamiento físico para conservar o mejorar los patrones de la marcha en el adulto mayor.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias

- Bassett, D. R., Fitzhugh, E. C., Crespo, C. J., King, G. A., & McLaughlin, J. E. (2002). Physical Activity and Ethnic Differences in Hypertension Prevalence in the United States. *Preventive Medicine, 34*(2), 179-186. doi:10.1006/pmed.2001.0969
- Bean, J. F., Herman, S., Kiely, D. K., Frey, I. C., Leveille, S. G., Fielding, R. A., & Frontera, W. R. (2004). Increased Velocity Exercise Specific to Task (InVEST) Training: A Pilot Study Exploring Effects on Leg Power, Balance, and Mobility in Community-Dwelling Older Women: INVEST TRAINING. *Journal of the American Geriatrics Society, 52*(5), 799-804. doi:10.1111/j.1532-5415.2004.52222.x

- Beauchet, O., Annweiler, C., Lecordroch, Y., Allali, G., Dubost, V., Herrmann, F. R., & Kressig, R. W. (2009). Walking speed-related changes in stride time variability: effects of decreased speed. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 6(1), 32. doi:10.1186/1743-0003-6-32.
- Beijersbergen, C. M. I., Granacher, U., Vandervoort, A. A., DeVita, P., & Hortobágyi, T. (2013). The biomechanical mechanism of how strength and power training improves walking speed in old adults remains unknown. *Ageing Research Reviews*, 12(2), 618-627. doi:10.1016/j.arr.2013.03.001
- Bohannon, R. W., & Williams Andrews, A. (2011). Normal walking speed: a descriptive meta-analysis. *Physiotherapy*, 97(3), 182-189. doi:10.1016/j.physio.2010.12.004
- Cao, Z.-B., Maeda, A., Shima, N., Kurata, H., & Nishizono, H. (2007). The Effect of a 12-week Combined Exercise Intervention Program on Physical Performance and Gait Kinematics in Community-dwelling Elderly Women. *Journal of Physiological Anthropology*, 26(3), 325-332. doi:10.2114/jpa2.26.325
- Caserotti, P. (2010). Strength Training in Older Adults: Changes in Mechanical Muscle Function And Functional Performance. *The Open Sports Sciences Journal*, 3(1), 62-66. doi:10.2174/1875399X01003010062
- Centre for reviews and dissemination. (2001). *Undertaking systematic reviews of research on effectiveness* (2e ed., Vol. 4).
- Cetin, E., Muzembo, J., Pardessus, V., Puisieux, F., & Thevenon, A. (2010). Impact of different types of walking aids on the physiological energy cost during gait for elderly individuals with several pathologies and dependent on a technical aid for walking. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 53(6-7), 399-405. doi:10.1016/j.rehab.2010.06.003
- Dunn, R., Shaw, D., & Trousdale, M. (2012). The Effect of Weather on Walking Behavior Among Older Adults. *International Society for Aging and Physical Activity*, 20(1), 80-92.
- Eyigor, S., Karapolat, H., & Durmaz, B. (2007). Effects of a group-based exercise program on the physical performance, muscle strength and quality of life in older women. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 45(3), 259-271. doi:10.1016/j.archger.2006.12.001
- Fahlman, M. M., McNevin, N., Boardley, D., Morgan, A., & Topp, R. (2011). Effects of Resistance Training on Functional Ability in Elderly Individuals. *American Journal of Health Promotion*, 25(4), 237-243. doi:10.4278/ajhp.081125-QUAN-292
- Fatouros, I. G. (2005). Strength training and detraining effects on muscular strength, anaerobic power, and mobility of inactive older men are intensity dependent. *British Journal of Sports Medicine*, 39(10), 776-780. doi:10.1136/bjsm.2005.019117
- Fiatarone, M. A., Marks, E. C., Ryan, N. D., Meredith, C. N., Lipsitz, L. A., & Evans, W. J. (1990). High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, 263(22), 3029-3034. doi:0.1001/jama.1990.03440220053029
- Foley, A., Hillier, S., & Barnard, R. (2010). Effectiveness of once-weekly gym-based exercise programmes for older adults post discharge from day rehabilitation: a randomised controlled trial. *British Journal of Sports Medicine*, 45(12), 978-986. doi:10.1136/bjsm.2009.063966
- Fritz, S., & Lusardi, M. (2009). White paper: "walking speed: the sixth vital sign". *Journal of Geriatric Physical Therapy* (2001), 32(2), 46-49.
- Gallagher, N., Gretebeck, K., Robinson, J., Torres, E., Morphy, S., & Martyn, Kristy. (2010). *Neighborhood Factors Relevant for Walking in Older, Urban, African American Adults*, 18(1), 99-115.
- González, J., Delgado, M., & Vaquero, M. (2003). Modificaciones Antropométricas con el entrenamiento de fuerza en sujetos de 50 a 70 años. *Archivos de Medicina del Deporte*, 20(94), 121-128.
- Graham, J. E., Fisher, S. R., Berges, I.-M., Kuo, Y.-F., & Ostir, G. V. (2010). Walking Speed Threshold for Classifying Walking Independence in Hospitalized Older Adults. *Physical Therapy*, 90(11), 1591-1597. doi:10.2522/ptj.20100018
- Graham, J. E., Ostir, G. V., Fisher, S. R., & Ottenbacher, K. J. (2008). Assessing walking speed in clinical research: a systematic review. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 14(4), 552-562. doi:10.1111/j.1365-2753.2007.00917.x
- Granacher, U., Gollhofer, A., & Strass, D. (2006). Training induced adaptations in characteristics of postural reflexes in elderly men. *Gait & Posture*, 24(4), 459-466. doi:10.1016/j.gaitpost.2005.12.007
- Granacher, U., Muehlbauer, T., & Gruber, M. (2012). A Qualitative Review of Balance and Strength Performance in Healthy Older Adults: Impact for Testing and Training. *Journal of Aging Research*, 2012, 1-16. doi:10.1155/2012/708905
- Granacher, U., Zahner, L., & Gollhofer, A. (2008). Strength, power, and postural control in seniors: Considerations for functional adaptations and for fall prevention. *European Journal of Sport Science*, 8(6), 325-340. doi:10.1080/17461390802478066
- Hakkinen, K., Alen, M., Kallinen, M., Newton, R. U., & Kraemer, W. J. (2000). Neuromuscular adaptation during prolonged strength training, detraining and re-strength-training in middle-aged and elderly people. *European Journal of Applied Physiology*, 83(1), 51-62. doi:10.1007/s004210000248
- Halvarsson, A., Olsson, E., Faren, E., Pettersson, A., & Stahle, A. (2011). Effects of new, individually adjusted, progressive balance group training for elderly people with fear of falling and tend to fall: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 25(11), 1021-1031. doi:10.1177/0269215511411937
- Hamacher, D., Singh, N. B., Van Dieen, J. H., Heller, M. O., & Taylor, W. R. (2011). Kinematic measures for assessing gait stability in elderly individuals: a systematic review. *Journal of The Royal Society Interface*, 8(65), 1682-1698. doi:10.1098/rsif.2011.0416
- Hamer, M., & Chida, Y. (2008). Walking and primary prevention: a meta-analysis of prospective cohort studies. *British Journal of Sports Medicine*, 42(4), 238-243. doi:10.1136/bjsm.2007.039974
- Hartmann, A., Murer, K., De Bie, R. A., & De Bruin, E. D. (2009). The effect of a foot gymnastic exercise programme on gait performance in older adults: A randomised controlled trial. *Disability & Rehabilitation*, 31(25), 2101-2110. doi:10.3109/09638280902927010
- Hartmann, A., Murer, K., de Bie, R. A., & de Bruin, E. D. (2010). The effect of a training program combined with augmented afferent feedback from the feet using shoe insoles on gait performance and muscle power in older adults: a randomised controlled trial. *Disability & Rehabilitation*, 32(9), 755-764. doi:10.3109/09638280903295441
- Haskell, W. L., Lee, I.-M., Pate, R. R., Powell, K. E., Blair, S. N., Franklin, B. A., ... Bauman, A. (2007). Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(8), 1423-1434. doi:10.1249/mss.0b013e3180616b27
- Hazell, T., Kenno, K., & Jakobi, J. (2007). Functional benefit of power training for older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 15(3), 349-359.
- Henwood, T. R., & Taaffe, D. R. (2005). Improved Physical Performance in Older Adults Undertaking a Short-Term Programme of High-Velocity Resistance Training. *Gerontology*, 51(2), 108-115. doi:10.1159/000082195
- Hill, K., Smith, R., Fearn, M., Rydberg, M., & Oliphant, R. (2007). Physical and psychological outcomes of a supported physical activity program for older carers. *Journal of Aging and Physical Activity*, 15(3), 257-271.

- Hruda, K. V., Hicks, A. L., & McCartney, N. (2003). Training for muscle power in older adults: effects on functional abilities. *Canadian Journal of Applied Physiology = Revue Canadienne de Physiologie Appliquée*, 28(2), 178-189. <http://dx.doi.org/10.1139/h03-014>
- Jacoby, E., Bull, F., & Neiman, A. (2003). Rapid changes in lifestyle make increased physical activity a priority for the Americas. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 14(4), 226-228. doi:10.1590/S1020-49892003000900002
- Jahn, K., Zwergal, A., & Schniepp, R. (2010). Gait Disturbance in Old Age, 107(17), 306-316. doi:10.3238/arztebl.2010.0306
- Kamada, M., Kitayuguchi, J., Shiwaku, K., Inoue, S., Okada, S., & Mutoh, Y. (2011). Differences in Association of Walking for Recreation and for Transport With Maximum Walking Speed in an Elderly Japanese Community Population. *Journal of Physical Activity & Health*, 8(6), 841-847.
- Kearney, F. C., Harwood, R. H., Gladman, J. R. F., Lincoln, N., & Masud, T. (2013). The Relationship between Executive Function and Falls and Gait Abnormalities in Older Adults: A Systematic Review. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 36(1-2), 20-35. doi:10.1159/000350031
- Kuo, A. D., & Donelan, J. M. (2009). Dynamic Principles of Gait and Their Clinical Implications. *Physical Therapy*, 90(2), 157-174. doi:10.2522/ptj.20090125
- Lacquaniti, F., Ivanenko, Y. P., & Zago, M. (2012). Patterned control of human locomotion. *The Journal of Physiology*, 590(10), 2189-2199. doi:10.1113/jphysiol.2011.215137
- Latham, N. K., Bennett, D. A., Stretton, C. M., & Anderson, C. S. (2004). Systematic Review of Progressive Resistance Strength Training in Older Adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 59(1), M48-M61. doi:10.1093/gerona/59.1.M48
- Lim, Y. P., Lin, Y.-C., & Pandy, M. G. (2013). Muscle function during gait is invariant to age when walking speed is controlled. *Gait & Posture*, 38(2), 253-259. doi:10.1016/j.gaitpost.2012.11.020
- Liu-Ambrose, T. (2010). Resistance Training and Executive Functions: A 12-Month Randomized Controlled Trial. *Archives of Internal Medicine*, 170(2), 170. doi:10.1001/archinternmed.2009.494
- Lopopolo, R. B., Greco, M., Sullivan, D., Craik, R. L., & Mangione, K. K. (2006). Effect of therapeutic exercise on gait speed in community-dwelling elderly people: a meta-analysis. *Physical Therapy*, 86(4), 520-540.
- Lord, S., Howe, T., Greenland, J., Simpson, L., & Rochester, L. (2011). Gait variability in older adults: A structured review of testing protocol and clinimetric properties. *Gait & Posture*, 34(4), 443-450. doi:10.1016/j.gaitpost.2011.07.010
- Marsh, A. P., Miller, M. E., Rejeski, W. J., Hutton, S. L., & Kritchevsky, S. B. (2009). Lower extremity muscle function after strength or power training in older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 17(4), 416-443.
- McGibbon, C. A. (2003). Toward a better understanding of gait changes with age and disablement: neuromuscular adaptation. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 31(2), 102-108. doi:10.1097/00003677-200304000-00009
- Nakano, H., Nozaki, M., Ueta, K., Osumi, M., Kawami, S., & Morioka, S. (2013). Effect of a plantar perceptual learning task on walking stability in the elderly: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 27(7), 608-615. doi:10.1177/0269215512471062
- Pereira, A., Izquierdo, M., Silva, A. J., Costa, A. M., Bastos, E., González-Badillo, J. J., & Marques, M. C. (2012). Effects of high-speed power training on functional capacity and muscle performance in older women. *Experimental Gerontology*, 47(3), 250-255. doi:10.1016/j.exger.2011.12.010
- Persch, L. N., Ugrinowitsch, C., Pereira, G., & Rodacki, A. L. F. (2009). Strength training improves fall-related gait kinematics in the elderly: A randomized controlled trial. *Clinical Biomechanics*, 24(10), 819-825. doi:10.1016/j.clinbiomech.2009.07.012
- Porter, M. M. (2006). Power training for older adults. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 31(2), 87-94. doi:10.1139/h05-034
- Ramírez, J., & Ariza, H. H. (2013). Revisión sistemática sobre la importancia de la actividad física para la prevención y tratamiento de la osteoporosis. *Archivos de Medicina*, 9(1). doi:10.3823/094
- Rochat, S., Martin, E., Piot-Ziegler, C., Najafi, B., Aminian, K., & Büla, C. J. (2008). Falls self-efficacy and gait performance after gait and balance training in older people. *Journal of the American Geriatrics Society*, 56(6), 1154-1156. doi:10.1111/j.1532-5415.2008.01691.x
- Schlicht, J., Camaione, D. N., & Owen, S. V. (2001). Effect of intense strength training on standing balance, walking speed, and sit-to-stand performance in older adults. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 56(5), M281-286. doi:10.1093/gerona/56.5.M281
- Shinkai, S., Watanabe, S., Kumagai, S., Fujiwara, Y., Amano, H., Yoshida, H., ... Shibata, H. (2000). Walking speed as a good predictor for the onset of functional dependence in a Japanese rural community population. *Age Ageing*, 29(5), 441-446. doi:10.1093/ageing/29.5.441
- Sparrow, W. A., & Tirosh, O. (2005). Gait termination: a review of experimental methods and the effects of ageing and gait pathologies. *Gait & Posture*, 22(4), 362-371. doi:10.1016/j.gaitpost.2004.11.005
- Sweeting, K., & Mock, M. (2007). Gait and posture - assessment in general practice. *Australian Family Physician*, 36(6), 398-401, 404-405.
- Tschopp, M., Sattelmayer, M. K., & Hilfiker, R. (2011). Is power training or conventional resistance training better for function in elderly persons? A meta-analysis. *Age and Ageing*, 40(5), 549-556. doi:10.1093/ageing/afr005
- Van Emmerik, R. E. A., Hamill, J., & McDermott, W. J. (2005). Variability and Coordinative Function in Human Gait. *Quest*, 57(1), 102-123. doi:10.1080/00336297.2005.10491845
- Williams, D. M., Matthews, C. E., Rutt, C., Napolitano, M. A., & Marcus, B. H. (2008). Interventions to Increase Walking Behavior. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(Supplement), S567-S573. doi:10.1249/MSS.0b013e31817c7006