

Revisió sistemàtica sobre l'impacte de l'activitat física en els trastorns de la marxa en l'adult de la tercera edat

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

JEISON DANIEL SALAZAR PACHÓN

JHON F. RAMÍREZ VILLADA

DAVID CHAPARRO

Facultat de Cultura Física, Esport i Recreació

Grup d'Investigació en Ciències Aplicades a l'Exercici, l'Esport i la Salut (GICAEDS)

Universidad Santo Tomás (Colòmbia)

HENRY H. LEÓN

Universidad de La Sabana (Colòmbia)

Autor per a la correspondència

Jhon F. Ramírez Villada

jhonramirezvillada@gmail.com

Resum

Objectius. 1) Fer una revisió sistemàtica dels estudis que examinen l'impacte de l'activitat física en els trastorns de la marxa de l'adult de la tercera edat entre el període de 2003-2013, i 2) fer recomanacions basades en el nivell i la força de les evidències. **Mètode:** La revisió va ser limitada a: tipus d'estudi, període de publicació, alteracions de marxa, activitat física, freqüència, durada, intensitat, protocols d'avaluació. En el procés d'adquisició de la informació van ser emprades les paraules clau marxa, patró de marxa, biomecànica de la marxa, autonomia, funcionalitat, activitat física, exercici físic, vellesa, adult de la tercera edat, lesions, fallada, caigudes. Un total de 963 articles van ser valorats des de la metodologia, els resultats, la discussió i les conclusions. Només 52 documents complien amb els criteris d'inclusió i exclusió establerts, i facilitaven la presentació de nivells d'evidència i força de les recomanacions. **Resultats:** els programes d'entrenament físic basats en la potència muscular, amb una freqüència no menor a dos dies per setmana, mínim per 12 setmanes, 150 minuts setmanals de treball, amb intensitats entre 50 % i el 80 % respecte a la variable de treball generen adaptacions positives en la marxa de l'adult de la tercera edat. Hi ha una gran varietat de materials i mètodes utilitzats en la valoració dels patrons de marxa, factor que limita la validesa externa dels estudis revisats.

Paraules clau: trastorn de la marxa, adult de la tercera edat, exercici físic, funcionalitat

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

Introducció

Caminar és una de les activitats físiques (AF) naturals del ser humà que permet preservar la salut i qualitat de vida (Bassett, Fitzhugh, Crespo, King, & McLaughlin, 2002; Dunn, Richard, Shaw, Douglass, & Trousdale, 2012; Gallagher et al., 2010). De fet, la debilitat muscular, l'equilibri en bipedestació i l'habilitat en la marxa són variables diagnòstiques que permeten determinar els nivells d'autonomia o la prevalença d'accidentalitat en totes les edats, particularment en majors de cinquanta anys (Shinkai et al., 2000).

El que s'ha esmentat pren importància considerant l'increment de població sedentària situada al voltant del 60 %; de la qual, la major quantitat de persones són majors de 60 anys, grup etari de major ritme de creixement en el món (Jacoby, Bull, & Neiman, 2003; Ramírez & Ariza, 2013). Als increments demogràfics se sumen estudis que adverteixen sobre els baixos nivells d'AF dels adults de la tercera edat considerant les recomanacions de 30 minuts diaris, intensitat moderada, cinc o més dies de la setmana, o també, 20 minuts d'intensitat vigorosa, en almenys tres dies de la setmana (Haskell et al., 2007) per mantenir nivells acceptables de locomoció (Hamacher, Singh, Van Dieen, Heller, & Taylor, 2011; Hamer & Chida, 2008; Williams, Matthews, Rutt, Napolitano, & Marcus, 2008).

De manera integral la marxa presenta una complexa interacció entre el cervell, les vies sensorimotores, els teixits periarticulars i musculars (Fritz & Lusardi, 2009; Jahn, Zwergal, & Schniepp, 2010) a partir d'un cicle de moviments periòdics per part dels segments del cos i la inclusió repetida de passos (Kuo & Donelan, 2009), els criteris fonamentals de la qual són sostenir la progressió i mantenir l'equilibri per prevenir caure (Sparrow & Tirosh, 2005), la qual cosa adverteix de la seva importància en els processos de valoració funcional.

A més del que s'ha esmentat, un cicle de la marxa està compost per les fases de suport inicial, suport final, balanceig inicial i balanceig final, correlacionades respectivament amb l'activació de grups musculars tals com 1. Extensors de cintura i genolls, 2. Plantiflexors del turmell, 3. Dorsiflexors del turmell i flexors de la cintura i 4. Els gastrocnemis (Lacquaniti, Ivanenko, & Zago, 2012). D'aquesta caracterització, es distingeixen dos moments essencials en la marxa, suport (*stance*) i balanceig (*swing*), els quals en la seva distribució normal de temps emprat ocupen entre el 60 % i 40 % respectivament (Sweeting

& Mock, 2007), la qual cosa brinda altres elements al control i seguiment dels canvis motors patits en la vellesa.

Es determina llavors que un patró saludable de la marxa depèn de diverses característiques biomecàniques, comandades pel sistema nerviós central (SNC) per a l'economia i l'estabilitat del cicle de la marxa, la qual cosa ofereix una informació diagnòstica anticipada de les modificacions en els nivells d'autonomia a mitjà i llarg termini, així com del potencial risc d'accidentalitat (Kuo & Donelan, 2009).

Atenent als arguments exposats la present revisió sistemàtica es va orientar cap a dos objectius:

- a) Analitzar la informació científica entre el període de 2003-2013 sobre els trastorns de la marxa en l'adult de la tercera edat i l'efecte de diferents models d'intervenció basats en l'exercici físic.
- b) Fer recomanacions basades en la classificació de les evidències sobre els models reeixits de major efecte per a l'increment i manteniment del nivell d'autonomia funcional.

Metodologia

La revisió sistemàtica es va centrar en tots aquells estudis que analitzen els patrons de la marxa en l'adult de la tercera edat saludable, sota la mirada de tres eixos fonamentals: 1) alteracions en els patrons de marxa, 2) efectes dels programes d'intervenció física i 3) protocols emprats en la valoració.

La informació emprada en aquest treball va complir amb els criteris següents:

- **Període de publicació.** Es van ser considerats només estudis ubicats entre el 2003 i el 2013.
- **Característiques de l'estudi.** Es va acudir a metanàlisis, revisions sistemàtiques, revisions teòriques, estudis aleatoritzats i opinió d'experts divulgats en mitjans científics.
- **Bases de dades.** Es van emprar les bases de dades *Medline*, *PubMed*, *Science Direct* i *EBSCO*, *Organització Mundial de la Salut*, *Col·legi Americà de Medicina de l'Esport*.
- **Procés d'adquisició de la informació.** Es van usar les diferents conjuncions (AND) de les següents paraules clau en anglès: marxa, fase de marxa, patró de marxa, biomecànica de la

Nivells d'evidència	
1++	Metanàlisi d'alta qualitat, revisions sistemàtiques d'assajos controlats i aleatoritzats amb risc de biaix molt baix.
1+	Metanàlisi d'alta qualitat, revisions sistemàtiques d'assajos controlats i aleatoritzats amb risc de biaix baix
1-	Metanàlisi, revisions sistemàtiques d'assajos controlats i aleatoritzats amb risc de biaix alt.
2++	Revisions sistemàtiques d'alta qualitat d'estudis de cohorts o casos controls. Estudis de cohort i casos controls amb risc de biaix molt baix i alta probabilitat que la relació sigui causal.
2+	Estudis de cohort i casos controls ben realitzats, amb risc de biaix baix i probabilitat moderada que la relació sigui causal.
2-	Estudis de cohort i casos controls amb risc de biaix molt alt i risc significatiu de què la relació no sigui causal.
3	Estudis no analítics (exemples: sèries de casos).
4	Opinió d'experts.

▲
Taula 1. Nivells d'evidència establerts

Força de les recomanacions	
A	Almenys una metanàlisi, revisió sistemàtica d'assajos controlats i aleatoritzats, directament aplicables a la població diana o evidència suficient derivada d'estudis de nivell 1+, directament aplicable a la població diana i que demostrin consistència global en els resultats.
B	Evidència suficient derivada d'estudis de nivell 2++, directament aplicable a la població diana i que demostrin consistència global amb els resultats. Evidència extrapolada d'estudis de nivell 1++ o 1+
C	Evidència suficient derivada d'estudis de nivell 2+, directament aplicable a la població diana i que demostrin consistència global amb els resultats. Evidència extrapolada d'estudis de nivell 2++
D	Evidència de nivell 3 o 4. Evidència extrapolada d'estudis de nivell 2+.

▲
Taula 2. Força de les recomanacions

marxa, exercici físic, activitat física, autonomia, funcionalitat, vellesa, adult de la tercera edat, lesions, caigudes, fallades. Amb els articles trobats, es va procedir a revisar els seus títols, es van eliminar els duplicats i es van examinar els eixos d'estudi, amb particular atenció a la metodologia proposada, els resultats, a discussió i les conclusions.

- **Protocols de control de diagnòstic aplicats.** Una vegada els estudis van ser identificats, es va fer una jerarquització d'acord amb les proves de control, de manera que es pogués assegurar la confiabilitat i validesa de la informació tractada; s'hi va desbrossar la informació i es va procedir a una anàlisi i reflexió amb l'ús del programa EdNote9 i la seva classificació d'acord amb els criteris establerts pel centre per a la revisió i la difusió (Center for reviews and dissemination, 2001) en sis nivells

d'evidència i quatre de força de les recomanacions (*taules 1 i 2*).

- **Tipologia dels programes basats en l'exercici físic.** L'última etapa va consistir a identificar els continguts (tipus d'exercicis), intensitat, freqüència de la pràctica, durada de la sessió, recuperació entre sèries, exercicis i sessions, nombre de sèries i repeticions per exercici, contraindicacions, dolors, lesions o caigudes informades, que permetés ordenar la informació i enriquir el procés de programació d'exercici físic en adults majors de seixanta anys orientat a la millora dels patrons de marxa.

Resultats

Dels 963 documents complets, en van ser exclosos 911, la qual cosa va permetre treballar amb 52 articles

que van atendre s'adaptaven als criteris de partida establerts (figura 1).

Del total d'articles seleccionats, cinc corresponen a metanàlisi, vuit a revisions sistemàtiques, vint són revisions teòriques i dinou són estudis aleatoritzats. Es van identificar dues modalitats d'intervencions basades en exercici físic, la primera consistent en l'entrenament de la força, en totes les seves manifestacions, força tradicional (volum elevat en les càrregues emprades, 80 % d'1-RM o superior, i velocitat lenta en el cicle de contracció muscular) i es ressalten els programes enfocats en la potència (execució de moviments ràpids, com a suma de la força i la velocitat, càrregues lleugeres o moderades 30 %-70 % d'1-RM), fins i tot amb eines com a armilles de força o bandes elàstiques (taula 2), mentre que la segona, combina diferents tipus d'exercici, on s'inclou l'entrenament aeròbic, l'equilibri, la flexibilitat o el tai-txi, per tant aquest grup es va denominar com a entrenament combinat.

D'altra banda, un total de 21 articles va permetre obtenir informació sobre els materials i instruments utilitzats per a l'avaluació dels patrons de marxa (taula 3), dels quals es va identificar que: la variable més avaluada va ser la velocitat de la marxa, la qual es va trobar en tots els estudis i en dues situacions a) velocitat de caminada normal i b) el més ràpid que es pugui caminar, seguida per la variable longitud del pas, durada de la gambada i amplada del pas.

Dels 104 protocols emprats, es destaca l'ús de passarel·les de marxa, acceleròmetres, fotocèl·lules, cronòmetres i registres de vídeo. Els recorreguts, van ser en major percentatge 41,3 % a distància entre 6 i 9,50 m, seguits per 33,6 % < 5 m, 15,3 % ho van fer entre 10 m a 14 m i només un 9,6 % va emprar trajectes més grans, i 30 m va ser la distància més gran (Bohannon & Williams Andrews, 2011). Hi ha estudis que van incloure la motivació verbal (Graham, Ostir, Fisher, & Ottenbacher, 2008).

Discussió

Principals alteracions dels patrons de la marxa en l'adult de la tercera edat, apartat I

Basant-se en el que s'ha revisat, el concepte d'alteració en la marxa per a aquesta població ha de ser considerat conforme es presentin anormalitats en la seva locomoció en la persona, diferents d'aquells que es donen

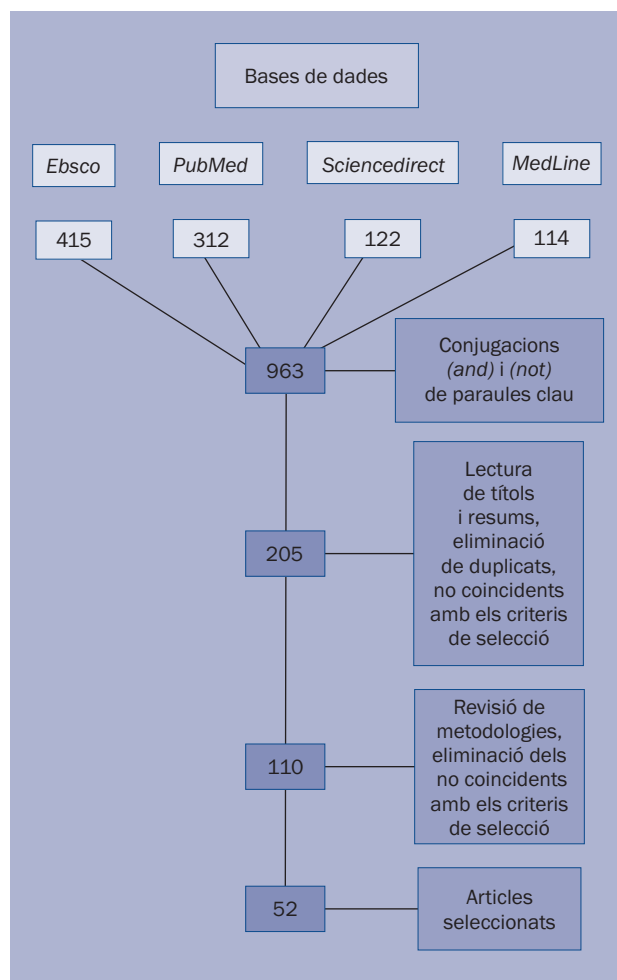


Figura 1. Procés de selecció dels estudis emprats

per raó de patologies o canvis fisiològics de l'envelliment (Jahn et al., 2010), i que siguin observables durant el cicle de la marxa.

Per aquest motiu, es creu que és idònia la classificació suggerida per alguns autors (Lord, Howe, Greenland, Simpson, & Rochester, 2011), en la qual van determinar dos paràmetres primordials i calculables a l'hora de caminar (a, paràmetres temporals; b, paràmetres espacials), els quals conformen un conjunt denominat variabilitat dels patrons de la marxa i que poden reflectir-se com una alteració:

- a) paràmetres temporals, compostos per sis variables, tals com: durada del pas, durada del suport, durada del balanceig, durada de la gambada, durada del suport individual, durada del cicle de la marxa. D'acord amb aquesta visió,

Naturalesa de les evidències

Recomanacions de segon nivell, hi ha evidència suficient derivada d'estudis de cohort i casos controls amb risc de biaix baix, i alta o moderada probabilitat que la relació sigui causal. Així com revisions sistemàtiques d'estudis de cohorts o casos control.

Força de les recomanacions: B
Nombre d'estudis considerats: 12

- Els paràmetres que evidencien les alteracions de la marxa poden segmentar-se en espacials i temporals.
- La velocitat de la marxa és una de les característiques relacionades amb l'estat de funcionalitat de l'adult de la tercera edat.
- L'envelliment genera pèrdues en la qualitat del sistema musculoesquelètic, que al seu torn influeixen en la funcionalitat, per la qual cosa un patró alterat de la marxa ha de ser orientat a les característiques pròpies de locomoció d'aquesta població.

Taula 3. *Naturalesa de les evidències i força de les recomanacions de l'apartat I*

es proposa la inclusió d'un altre element, el qual ha estat reportat dins les alteracions temporals de la marxa, durada del doble suport (Lim, Lin, & Pandey, 2013) complementant d'aquesta manera la present classificació.

- b) paràmetres espacials, determinats per quatre variables: longitud del pas, amplada del pas, longitud de la gambada i velocitat de la marxa.

Atenent a les evidències, es ressalta el paper de la velocitat de la marxa, ja que hi ha una relació lineal entre la velocitat de desplaçament i la despesa d'energia, el consum d'oxigen (VO_2) i la freqüència cardíaca (FC) (Cetin, Muzembo, Pardessus, Puisieux, & Thevenon, 2010). Una marxa sostinguda en el temps a una velocitat moderada o alta, reflecteix un estat saludable, el qual permet un millor exercici en l'execució de diferents activitats bàsiques quotidianes sent, aleshores, la màxima velocitat de marxa una manera d'avaluar la independència funcional (Kamada et al., 2011).

En canvi, es considera que una velocitat lenta en la marxa es pot deure a problemes de salut general, discapacitat en la mobilitat, baix funcionament físic i cognitiu, que pot conduir a vulnerabilitat en les caigudes, pèrdua de la dependència, hospitalització i fins i tot la mort (Graham, Fisher, Berges, Kuo, & Ostir, 2010; Kearney, Harwood, Gladman, Lincoln, & Masud, 2013).

Diversos estudis van associar la variabilitat de la marxa amb l'augment de diferents malalties neurodegeneratives, atribuint una relació entre una menor velocitat de marxa i l'augment en la variabilitat dels passos, la qual cosa al seu torn generaria una major inestabilitat durant el desplaçament, un aspecte que encara no està clar (Beauchet et al., 2009).

Una revisió sistemàtica (Hamacher et al., 2011) sobre les alteracions de la marxa en l'adult de la tercera

edat, va revisar 29 articles dels 9.889 inicials, al voltant de l'any 1980 al 2011, va ressaltar que les mesures de variabilitat de la durada de balanceig, durada de la gambada, durada del suport i longitud del pas van ser relacionades amb aquelles persones que van presentar caigudes durant un període pròxim al de la valoració, dades també contemplades en altres estudis (Kearney et al., 2013; Van Emmerik, Hamill, & McDermott, 2005).

La principal diferència de la cinemàtica de la marxa entre joves i adults es dona en l'amplària del pas, durada de la gambada, durada del doble suport i velocitat de la marxa (Granacher, Muehlbauer, & Gruber, 2012; Hamacher et al., 2011; Lim et al., 2013), causants d'una marxa més lenta, quan es combina amb l'execució de diverses tasques a la vegada, possiblement per l'augment de la durada del doble suport i la disminució de la longitud del pas (Halvarsson, Olsson, Faren, Pettersson, & Stahle, 2011).

Altres factors associats són: la pèrdua de massa magra i de densitat òssia, processos que es donen amb l'envelliment i per la falta d'entrenament físic i generen alteracions a l'hora de caminar, ja que disminueixen el rendiment físic i causen debilitat muscular, tot afectant l'exercici d'activitats bàsiques quotidianes (Granacher et al., 2012). (Taula 3)

Intervenció física sobre els patrons de marxa en l'adult de la tercera edat, apartat II

Entrenament de la força

Hi ha estudis que reflecteixen la importància que té l'entrenament de la força en l'adult de la tercera edat, ja que no sols millora els valors de tal capacitat, sinó que de forma lineal incrementa el teixit

muscular i ossi (González, Delgado, & Vaquero, 2003).

En termes de funcionalitat, encara hi ha controvèrsies sobre el millor tipus d'entrenament a realitzar, informacions referents als exercicis seleccionats, la freqüència, el volum, la densitat i la velocitat de contracció muscular continuen sent part de les actuals investigacions (Caserotti, 2010; Hazell, Kenno, & Jakobi, 2007; Tschopp, Sattelmayer, & Hilfiker, 2011; Williams et al., 2008).

Una revisió sistemàtica (Beijersbergen, Granacher, Vandervoort, DeVita, & Hortobágyi, 2013) va reunir tres estudis experimentals basats en la força, dels quals, (Hartmann, Murer, De Bie, & De Bruin, 2009) van mostrar millores en la velocitat de la marxa al voltant d'1-11 % i de longitud del pas de 5-6 % després de 12 setmanes d'entrenament. Pel mateix període d'exercitació (Persch, Ugrinowitsch, Pereira, & Rodacki, 2009), a través de contraccions isomètriques màximes per als músculs del maluc, genolls i turmells, es va incrementar la longitud del pas en 0,14m, valors de velocitat de la marxa en 0,13 m/s i cadència 11 passes/min en adults > 61 anys. McGibbon (2003) va comparar 6 setmanes d'un programa tradicional de força amb un de força funcional, en una petita mostra d'adults de 75 anys, els resultats a favor de la força funcional es van donar en la velocitat de la marxa.

Dels 20 estudis que representen un nombre de 815 subjectes \pm 72 anys, hi ha una hipòtesi que pot existir una relació entre el guany en força dels quàdriceps, assenyalant a més a més que la força muscular està relacionada amb el rendiment en les activitats quotidianes, inclòs caminar, la millora de la mobilitat i la ràpida velocitat de la marxa (Beijersbergen et al., 2013).

Una metanàlisi realitzada per diversos autors (Lopopolo, Greco, Sullivan, Craik, & Mangione, 2006) mostra el resultat de 33 estudis situats entre 1995 i 2003, orientats a intervencions d'exercici físic i la millora de la velocitat de la marxa habitual i ràpida. Aquest estudi va concloure que l'exercici, específicament de força, fins i tot quan és combinat amb altres tipus d'entrenament com l'aeròbic, pot tenir efectes positius en la velocitat de la marxa ($r = ,145$ $p = 0,17$ i $r = 1,76$ $p = 0,02$ respectivament).

Després de 8 estudis basats en l'entrenament de la força ($n=280$), la probabilitat d'èxit de la millora d'habitual velocitat de la marxa va ser de 56 %, sent 1,61 vegades més que per al grup control, amb canvis al voltant

de 0,02 m/s quan es treballa a altes intensitats i freqüència d'entrenament (Lopopolo et al., 2006).

Un quadre descriptiu sobre l'impacte dels estudis en força o potència en l'adult de la tercera edat (Granacher, Zahner, & Gollhofer, 2008), va reunir programes com (Fiatarone et al., 1990) després de 8 setmanes de 80 % 1-RM en 10 subjectes >80 anys, generant guanys de +174 % 1-RM i +48 % en un tàndem de velocitat de la marxa. (Hakkinen, Alen, Kallinen, Newton, & Kraemer, 2000) després de 24 setmanes de força combinada amb potència 50 %-80 % 1-RM en 36 subjectes > 62, va tenir guanys de +23-29 % de 1-RM i +11 % en velocitat de la marxa (Schlicht, Camaione, & Owen, 2001) al final de 8 setmanes d'un programa d'alta intensitat (75 % 1-RM) en 24 subjectes >61 anys va presentar guanys en extensió de cames, abducció de maluc, adducció de maluc, *press* gluti, *press* cama, extensió de turmells entre +20 %-48 % 1-RM i en velocitat de la marxa +17 %.

De manera particular, altres autors (Latham, Bennett, Stretton, & Anderson, 2004) suggereixen que encara que l'entrenament de la força té un efecte positiu en força, aquest només genera un canvi petit o moderat en l'habilitat funcional, i l'increment de la força no trasllada necessàriament millores en les activitats del dia a dia.

Després de les informacions revisades, i juntament amb els resultats dels estudis originals revisats (Eyigor, Karapolat, & Durmaz, 2007; Foley, Hillier, & Barnard, 2010; Hartmann et al., 2009; Liu-Ambrose, 2010; Marsh, Miller, Rejeski, Hutton, & Kritchevsky, 2009), es planteja que el freqüent entrenament de la força en si, després de 8 setmanes com a mínim d'un programa adequat, quan contempla una freqüència de menys de 2 dies per setmana, amb càrregues importants (7-RM, 70 %-80 % 1-RM) podria generar adaptacions mitjanament significants pel que fa a les variables dels patrons de marxa, com la velocitat per caminar.

Així mateix, les informacions daten d'un gran impacte de l'entrenament de la força quan aquest inclou exercicis de potència, tot beneficiant la producció de força explosiva i les activitats del dia a dia en l'adult de la tercera edat, efecte probablement més significatiu que aquell dels programes tradicionals de força (Granacher et al., 2008; Hazell et al., 2007).

Entrenament de la potència

Una metanàlisi duta a terme el 2011 esmenta que la independència en la mobilitat és determinada per la

força i la potència (Tschopp et al., 2011), i és l'entrenament de la potència, un tipus específic d'entrenament de la força en si, dissenyat sota la manipulació de les variables tradicionals, on la clau d'aquest component és la màxima velocitat voluntària i la llarga variació en intensitats (de 40 % a 80 % de 1-RM), el que sembla el mètode amb millors resultats en la funcionalitat de l'adult de la tercera edat (Bean et al., 2004; Caserotti, 2010; Hartmann, Murer, de Bie, & de Bruin, 2010; Hrudá, Hicks, & McCartney, 2003).

Diversos estudis indiquen que la potència muscular està altament relacionada amb l'augment de la força i del rendiment per a les activitats del dia a dia, en sentit oposat, una baixa potència muscular està associada amb inhabilitat en les activitats de la vida diària.

Una recollida d'informació duta a terme per (Hazell et al., 2007), va il·lustrar valors de la mitjana percentual per a la millora de la velocitat de la marxa, sent aquests al voltant d'un 11 % quan es du a terme l'entrenament de la potència i 7,5 % per a l'entrenament de la força, considerant programes de 8-16 setmanes.

De la mateixa manera es va incloure l'estudi de Henwood y Taaffe (2005), en el qual hi ha canvis en les xifres de tensió amb incidència en la resposta funcional després de 8 setmanes d'activitat física. Aquest programa es va executar a velocitat lenta i regular entre les fases concèntriques i excèntriques en una primera etapa (3 sèries, 8 repeticions, entre el 60-70 % d'una $R_{m\grave{a}x}$ i màxima velocitat per a la fase concèntrica amb modificació de càrregues en una segona etapa (3 sèries, 8 repeticions, entre el 35 %, 55 % y 75 % d'1 $R_{m\grave{a}x}$). La proposta va demostrar que la força dinàmica muscular es pot incrementar al voltant de 21-82 %, la potència muscular entre el 17-30 % y la funcionalitat entre el 7-26 %.

De manera semblant (Tschopp et al., 2011), va trobar millors resultats amb l'entrenament de la potència, tot emprant velocitats altes en el moviment i càrregues moderades (50-60 % 1-RM). No obstant això, els autors van recomanar més comparacions amb estudis de baixa velocitat i càrregues altes (70 %-80 % 1-RM) per a les mesures de funcionalitat, ja que assenyalen limitacions en els estudis inclosos, a causa dels pocs estudis seleccionats, ja que generalment eren estudis petits.

Considerant els estudis revisats en la present investigació (Bean et al., 2004; Fatouros, 2005; Hrudá et al., 2003; Marsh et al., 2009; Pereira et al., 2012), coin-

cidim amb (Porter, 2006) qui assenyala, que encara que la força és important, sembla que la potència té una major rellevància en la millora de les tasques quotidianes, especialment l'acció de caminar i és aquesta la raó principal per incloure l'entrenament de la potència com a part d'un programa en l'adult de la tercera edat, ja que en l'activitat quotidiana es requereixen moviments forts i ràpids.

Es proposen entrenaments en els quals la fase concèntrica sigui executada el més ràpid possible, amb una freqüència setmanal de mínim 2 dies per setmana, en els que s'emprin càrregues moderades 40 %-70 % 1-RM amb almenys 2-3 sèries de 8-10 repeticions, inclusivament, aquells mètodes que fan ús d'armilles de força (Bean et al., 2004) o de bandes elàstiques (Fahlman, McNevin, Boardley, Morgan, & Topp, 2011; Hrudá et al., 2003), ja que segons sembla podrien tenir efectes positius sobre els patrons de la marxa, així com beneficis econòmics en els participants.

Se suggereix que en futurs estudis experimentals siguin realitzats, a fi de proveir més evidència i pràctiques per orientar la pràctica saludable i l'estat funcional dels adults de la tercera edat.

Entrenament combinat

S'observen resultats sobre certes combinacions o tipus d'entrenament que van afectar els patrons de la marxa.

En primer lloc, després d'una revisió sistemàtica (Granacher et al., 2008) s'observa com l'entrenament de l'equilibri permet tenir compensació per a les pertorbacions en la desacceleració de la marxa, així com pot induir a millores en la velocitat de la marxa i la longitud de gambada, quan és combinat amb la caminada (Granacher, Gollhofer, & Strass, 2006; Rochat et al., 2008), confirmant els resultats d'un dels estudis revisats (Halvarsson et al., 2011), en el qual va haver-hi addicionalment una millora en la disminució percentual de la fase del doble suport.

Considerar la suma de continguts, tals com l'entrenament tradicional de la força, l'equilibri i la potència, a la recerca d'un millor exercici en les activitats de la vida diària dins els programes d'entrenament físic dirigits a l'adult de la tercera edat, podria ser apropiat. No obstant això, per a aquest fet, són necessàries més investigacions (Granacher et al., 2008).

Es van observar lleus millores en el rendiment funcional, relacionat amb la potència muscular i l'habilitat per caminar, després d'haver emprat un programa

Naturalesa de les evidències

Recomanacions de nivell 1++, 1+, 2++ i 2+ on hi ha evidència de metanàlisi d'alta qualitat, així com revisions sistemàtiques d'alta qualitat d'estudis controlats, aleatoritzats, de cohorts o casos controls. Estudis de cohort i casos controls amb risc de biaix molt baix, i alta o moderada probabilitat que la relació sigui causal.

Força de les recomanacions: A
Nombre d'estudis considerats: 27

- L'entrenament de la potència, la velocitat ràpida en l'execució dels moviments, especialment en la fase concèntrica, sembla el mètode més adequat per a les millores en l'acció de caminar en l'adult de la tercera edat.
- L'exercici físic ha de ser practicat de manera regular (3-4 dies per setmana), amb una importància clau en l'adaptació de volum, intensitat, freqüència, durada de la recuperació, entre d'altres, a fi d'assegurar els efectes informats.
- Els continguts de l'entrenament haurien de variar-se a fi d'emprar diferents estratègies (bandes elàstiques, armlles de pes, velocitat d'execució dels moviments, activitats lúdiques, activitats coordinatives, activitats perceptives). Les manifestacions de la força són la base dels programes.
- És important que les sessions siguin vigilades per un professional expert.

Taula 4. Naturalesa de les evidències i força de les recomanacions de l'apartat II

d'entrenament basat en la coordinació i activitats lúdiques com la dansa, combinades amb exercici convencional de musculació en adults de la tercera edat (Hartmann et al., 2009).

Un programa de curta durada basat en la percepció de les superfícies de caminada (Nakano et al., 2013), va presentar millores en la velocitat de la marxa.

Podria ser que l'ús de sessions que incloguin un tipus d'entrenaments per mitjà d'activitats lúdiques, durant programes d'entrenament de la força o de la potència muscular, siguin útils en la funcionalitat de l'adult de la tercera edat, aquest fet ajudaria a combatre la monotonia de contingut durant els programes d'entrenament.

Un altre dels mètodes estudiats, va ser l'aplicat per Li 2007 en una mostra de 47 adults de la tercera edat, que van entrenar tai-txi durant 48 setmanes, al final del programa, va haver-hi millores en el suport unipodal i en la durada d'un test de caminada (Granacher et al., 2006). En relació amb aquest estudi, investigadors (Hill, Smith, Fearn, Rydberg, & Oliphant, 2007) van desenvolupar un entrenament de 24 setmanes en tai-txi o ioga, encara que les millores en velocitat de la marxa van ser molt lleus.

Finalment, Cao, Maeda, Shima, Kurata i Nishizono (2007) després de 12 setmanes d'un programa combinat (exercici aeròbic, equilibri, força, coordinació i exercicis de marxa), no van trobar millores per a la velocitat de la marxa, ni la longitud del pas (Beijersbergen et al., 2013). Tanmateix, quan es consulta l'article, es pot veure que no són clares les intensitats de treball, ni la velocitat d'execució en els moviments de musculació, per la

qual cosa no se sap si es tracta d'una intervenció sota les recomanacions o d'evidències trobades. (Taula 4)

Conclusions

L'acció de caminar està composta per tres fases importants, suport, doble suport i balanceig. Una consecució de passos permet posar en evidència diferents patrons que poden determinar l'estat saludable de la marxa, els quals es relacionen amb la salut física de l'adult de la tercera edat.

L'entrenament de la potència amb l'ús de diferents tipus de càrregues moderades, pot ser al dia d'avui, el millor mètode de tractament físic per conservar o millorar els patrons de la marxa en l'adult de la tercera edat.

Conflicte d'interessos

Els autors declaren no tenir cap conflicte d'interessos.

Referències

- 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/bjism.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/bjism.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/bjism.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