

apunts

MEDICINA DE L'ESPORT

www.apunts.org



REVISIÓ

Entrenaments funcionals versus específics per prevenir les caigudes de la gent gran

Elena Rodríguez-Berzal^{a,*}, Luis Alegre Durán^a, Ignacio Ara Royo^b i Xavier Aguado Jódar^a

^a *Grupo de Biomecánica Humana y Deportiva, Universidad de Castilla-La Mancha, Toledo, Espanya*

^b *Grupo de Investigación GENUD Toledo, Universidad de Castilla-La Mancha, Toledo, Espanya*

Rebut el 12 de desembre de 2012; acceptat el 14 de maig de 2013

PARAULES CLAU

Caiguda;
Pas;
Equilibri;
Rang de moviment;
Agilitat;
Flexibilitat

KEYWORDS

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

Resum

Les caigudes per pèrdua d'equilibri augmenten exponencialment amb l'edat en la gent gran de les societats occidentals i constitueixen un problema important sanitari, social i econòmic. Anteriorment, per prevenir les caigudes s'havia proposat un entrenament específic de les qualitats físiques, sobretot de la força de les extremitats inferiors. Tanmateix, els últims anys cada vegada és més freqüent l'entrenament basat en desplaçaments, principalment la marxa, bé sola, bé combinada amb tasques cognitives i motores, o amb qualitats físiques. L'objectiu d'aquesta revisió ha estat comparar diferents tipus d'entrenament realitzats a gent gran, dissenyats per prevenir les caigudes, analitzant els tests emprats per avaluar-ne el risc.

© 2012 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicat per Elsevier España, S.L. Tots els drets reservats.

Functional vs specific training in preventing falls in the elderly people

Abstract

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

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

*Autor per a correspondència.

Correu electrònic: elena.rodriguez.berzal@gmail.com (E. Rodríguez-Berzal).

Introducció

A les societats occidentals les persones que sobrepassen la sisena dècada de vida, a mesura que envelleixen, augmenten exponencialment el risc de patir caigudes en què està involucrat la pèrdua d'equilibri^{1,2}. Aquestes caigudes suposen un problema social important, repercuteixen de forma considerable en l'esperança de vida³ i tenen un cost econòmic elevat^{4,5}. Des que van començar a estudiar-se les caigudes es veié que els qui practicaven activitat física tenien una funcionalitat més bona, menys por de caure i una qualitat de vida millor⁶⁻¹⁰.

El mecanisme de caiguda de la gent gran començà a estudiar-se als anys vuitanta del segle passat. Inicialment s'associà a la pèrdua significativa de massa muscular que comporta l'edat (sarcopènia) i es proposà el treball de força de les extremitats inferiors practicat als gimnasos amb màquines de musculació i se n'observaren els efectes positius^{11,12}. Tanmateix, inicialment no es tenien en compte ni els costums de la zona geogràfica, ni els gustos i les característiques del tipus d'activitat física que feia la gent quotidianament. En aquesta revisió s'ha exclòs l'anàlisi dels entrenaments específics de força, que busquen mitigar el procés de sarcopènia associada a l'edat per disminuir el risc de caiguda, perquè hi ha diverses revisions publicades sobre aquest tema^{13,14}.

Posteriorment s'estudiaren els canvis dels patrons de moviment amb l'edat i es proposà l'entrenament específic de l'equilibri¹⁵⁻¹⁷. Alguns estudis afirmen que l'entrenament de l'equilibri és també un bon mètode de prevenció de caigudes de la gent gran, degut al deteriorament que experimenta aquesta capacitat amb l'edat i perquè està directament involucrat en les caigudes^{15,18,19}. Dels països asiàtics s'incorporaren mètodes tradicionals de treball de l'equilibri, com el tai-txi-txuan^{20,21}. En aquesta revisió s'ha exclòs l'anàlisi dels diferents tipus de gimnàstiques orientals emprades a la feina amb gent gran perquè també s'han publicat extenses revisions sobre aquest tema^{20,21} i perquè buscàvem analitzar exercicis que no suposessin nous aprenentatges i que fossin propis de l'ambient cultural i de la zona geogràfica (Europa) de la persona que els practica.

També s'ha treballat intentant mitigar la disminució del rang de mobilitat (ROM) de les extremitats inferiors, perquè es considera que és una altra causa possible de caigudes^{22,23}. Per ampliar el ROM de la gent gran s'han proposat tant entrenaments de força com de flexibilitat^{24,25}. Tanmateix, s'ha vist que els entrenaments específics d'equilibri poden arribar a oferir millors resultats que els de força de les extremitats inferiors per millorar el ROM²⁶. Els entrenaments de flexibilitat s'han centrat en el ROM de maluc i genoll utilitzant principalment el mètode de facilitació neuromuscular propioceptiva²⁷.

S'han dut a terme diverses investigacions que apunten al fet que els entrenaments específics de la força, de l'equilibri i de la flexibilitat ajuden a prevenir el risc de caiguda de la gent gran, però també s'ha constatat que l'entrenament combinat de vàries d'aquestes capacitats preveu les caigudes^{28,29}.

Els darrers anys ha estat cada vegada més usat l'entrenament que té com a eix central la marxa, tot i que també ho pot ser un altre desplaçament com pujar i baixar escales o córrer, i que a vegades es combina amb alguna altra capa-

citada física o amb tasques cognitives^{30,31}; és el que denominem entrenaments funcionals³²⁻³⁴. Les tasques cognitives poden consistir en una resposta verbal^{35,36} o motora, com per exemple quan es provoca una ensopçada o quan canvia de forma inesperada la consistència del paviment^{37,38}. S'ha vist que els entrenaments funcionals poden ser més efectius que els entrenaments específics centrats en una sola capacitat física, com per exemple la força³⁹.

La gent gran amb més risc de patir caigudes presenta més variabilitat en el patró de marxa i camina amb amplitud de pas més petita, amplada de suports més gran i, en cas d'ensopçada, es reequilibra amb passos més curts i freqüents. Les modificacions dels patrons de la marxa i del reequilibri quan s'ensopega s'han considerat com a signes de la denominada síndrome de fragilitat dels vells⁴⁰⁻⁴³, que comporta una disminució important de l'esperança de vida⁴⁴.

Per veure l'efectivitat dels entrenaments en les investigacions s'usen tant tests específics de capacitats físiques com tests funcionals. Entre els primers, alguns mesuren canvis en el ROM⁴⁵, la resposta davant un desequilibri provocat de sobte en una direcció inesperada^{29,46} o la força màxima isomètrica de l'extremitat inferior⁴⁷. Els tests funcionals es basen en la marxa, combinada habitualment amb tasques cognitives o de coordinació^{30,31,35}. D'altra banda, també s'avalua el risc de caiguda mitjançant qüestionaris^{7,48,49}.

Aquesta revisió té per objecte comparar diferents tipus d'entrenaments realitzats a gent gran (excloent els entrenaments específics de força i les gimnàstiques orientals) atenent les característiques diferents dels que tenen com a eix principal la marxa (funcionals) *versus* els que es basen en l'entrenament específic de capacitats físiques (no funcionals). D'altra banda, hem buscat analitzar els diferents tests que habitualment s'utilitzen per inferir el risc de caiguda.

Metodologia

Aquest apartat s'ha dividit en 2 parts: bases de dades usades i criteris de selecció dels articles.

Bases de dades

S'ha realitzat una recerca sistemàtica d'articles experimentals a les bases de dades MEDLINE, SPORTDiscus i E-Journals des de l'any 2000 fins a l'actualitat. Per a la recerca es van combinar els termes *Agility, Functionality, Flexibility, Range of Motion, Walk*, així com les seves abreviatures i derivats. Tots els mots es van combinar amb la preposició *and* amb el terme *Elderly*.

Criteris de selecció bibliogràfica

Per incloure els articles es tingué en compte que els estudis tinguessin com a mínim un grup experimental amb persones majors de 60 anys i a més que les investigacions fossin comparacions pre-post intervenció, estudis longitudinals, comparacions entre grups de gent gran o comparacions transversals amb grups de joves. S'excloueren els articles merament descriptius, els que no fessin comparacions i els que feien intervencions amb gimnàstiques orientals tipus tai-txi-txuan o entrenaments específics únicament de força.

Finalment es localitzaren 36 articles en 29 revistes diferents. Les revistes en què es localitzà un major nombre d'articles foren el *Journal of Biomechanics*^{29,37,38,50} i *Gait & Posture*^{31,35,51,52}.

Resultats i discussió

Els resultats s'han estructurat en 3 apartats. En primer lloc s'aborden els estudis que inclouen entrenaments de tipus funcional (taula 1), a continuació s'exposen els estudis amb entrenaments no funcionals (taula 2) i, per acabar, els estudis que no tenen intervenció i realitzen diferents comparacions (taula 3).

Entrenament de tipus funcional

Localitzàrem 14 articles que feien l'estudi amb un entrenament de tipus funcional (taula 1), 8 treballs dels quals utilitzaven subjectes sans sedentaris, 2 se centraven en subjectes amb algun tipus de malaltia i 6 en subjectes sans físicament actius.

La meitat de les intervencions tingué una durada de 3 a 4 mesos i la resta oscil·là des de només una sessió fins als 6 mesos. Per exemple, Brauer i Morris³⁵ realitzaren una sola sessió de 20 min amb malalts de Parkinson i aconseguiren millorar la longitud i la velocitat del pas. Set de les investigacions entrenaven 3 vegades a la setmana, amb marxa i tasca cognitiva tant amb subjectes sans físicament actius com amb subjectes sedentaris. Silsupadol et al.^{30,31} entrenaven persones sanes amb exercicis de marxa i tasques cognitives 3 vegades a la setmana durant un mes. Aconseguiren millorar la velocitat de la marxa i concloueren que els entrenaments de doble tasca amb variació d'instruccions eren més eficaços per aconseguir millorar l'equilibri. Altres opcions foren de 2 vegades a la setmana, com ho feren Šokelienė i Česnaitienė⁵³, que obtingueren disminució de pes i augment de la flexibilitat lumbar i la resistència aeròbica tant en subjectes físicament actius com en sedentaris.

Hem trobat 10 articles que utilitzaven la marxa com a exercici principal d'entrenament. Cinc intervencions afegien a més exercicis de força amb bandes elàstiques i pilotes, i 5 afegien equilibris tant estàtics com dinàmics.

Nou dels estudis localitzats empraren un test de marxa (entre 4 i 10 m) per avaluar els canvis de la intervenció, 2 dels quals a més combinaren la marxa amb tasques cognitives i motores. Quatre estudis feien avaluacions mitjançant diferents qüestionaris, 2 realitzaren avaluacions amb test d'equilibri estàtic i dinàmic i 2 realitzaren avaluacions cognitives.

Els entrenaments amb exercicis només de marxa obtingueren millora de la resistència aeròbica, de la velocitat i en la longitud del pas, a més de millorar l'estabilitat dinàmica. Arampatzis et al.²⁹ trobaren un guany del 35% de l'estabilitat dinàmica usant exercicis de marxa combinats amb treball de força en màquines de musculació. Rogers et al.⁴⁸ trobaren disminució del risc de caiguda en combinar la marxa amb exercicis d'equilibri. Per la seva banda, les intervencions que incloïen exercicis de força milloraven l'estabilitat i la funcionalitat, com els estudis de Liu-Ambrose et al.^{7,49}, tant amb una intervenció de 25 setmanes com amb una de 13.

La majoria de les intervencions de tipus funcional localitzades es realitzaren amb subjectes sans sedentaris i amb malalts, per la qual cosa encara que es fes una sola sessió de 20 min³⁵ s'obtenia millora. Fora interessant fer més estudis amb subjectes sans per comprovar l'eficàcia del tipus d'intervenció. Amb la moda actual de l'anomenada marxa nòrdica, practicada avui dia per molta gent gran, probablement s'aconsegueixi mitigar els canvis en els patrons de la marxa que experimenta la gent gran i, en conseqüència, disminuir el risc de caiguda⁵³⁻⁵⁵.

Entrenament de tipus no funcional

Localitzàrem 10 articles que incloïen una intervenció no funcional (taula 2), 6 dels quals utilitzaren subjectes sans físicament actius, 2 subjectes sedentaris i 3 subjectes amb malalties osteomusculars.

La freqüència de les intervencions oscil·là entre 2 i 5 vegades a la setmana. Chow i Ng⁵⁶ entrenaren 5 dies a la setmana durant 2 setmanes subjectes amb pròtesi de genoll i obtingueren un augment del ROM de genoll.

Cinc estudis feien intervencions amb exercicis de flexibilitat i 2 amb exercicis d'equilibri. Granacher et al.³⁶ realitzaren tasques d'estabilització postural amb coixins d'aire i altres materials utilitzats per a la rehabilitació de lesions juntament amb tasques motores com llançament d'una pilota. Avaluaren els canvis de pas mitjançant un test de marxa combinada amb tasques cognitives i motores. Els altres estudis realitzaven intervencions combinant l'entrenament no funcional (flexibilitat i diferents exercicis de rehabilitació) amb caminades lliures (que no són la part principal de l'entrenament) i entrenaments amb els tests d'equilibri. Incloem també en aquest apartat un estudi que realitzà els entrenaments amb exercicis de força, perquè avaluaven la incidència en la millora del ROM d'espatlla i isquiotibials (no la millora de la força pròpiament)²⁵.

Sis dels estudis localitzats realitzaren test del ROM per avaluar els canvis produïts per la seva intervenció. Tres estudis avaluaven els canvis mitjançant qüestionaris, 2 estudis mitjançant el test d'un pas després d'un desequilibri i un amb test de marxa combinada amb tasques motores i cognitives.

Els estudis que utilitzaven entrenaments de flexibilitat obtenien millora del ROM de les articulacions a les quals s'aplicava, tant en estudis d'una sola sessió²⁷ com amb intervencions de 26 setmanes⁴⁵.

L'entrenament de l'equilibri trobà millora de l'estabilitat mentre es camina. Els altres tipus d'entrenament obtenien millora de la flexibilitat, mobilitat articular i estabilitat. L'estudi de Billson et al.²⁵ realitzà una intervenció amb exercicis de força per veure'n la repercussió en el ROM; van entrenar 3 vegades a la setmana i van obtenir un augment de la flexibilitat d'espatlles i isquiotibials.

Contràriament a les intervencions funcionals, els estudis amb entrenaments no funcionals utilitzaren més sovint subjectes sans físicament actius, per la qual cosa si aquest tipus de població obtenia millora de l'estabilitat dinàmica i del ROM de les articulacions calia esperar que els subjectes amb patologies i els sedentaris també n'obtidrien.

Les intervencions d'estudis no funcionals foren majoritàriament més curtes que les intervencions dels estudis

Taula 1 Estudis amb intervencions funcionals

Autor (any)	Mostra (grup, sexe, edat), país	Subjectes	Tests	Resultats
Silsupadol et al. (2009) ^{30,31}	24 subjectes (grup tasca simple, n = 7, 74,71 ± 7,8; grup doble tasca, instrucció fixa, n = 8, 74,38 ± 6,16; grup doble tasca, instrucció variable, n = 6, 76,00 ± 4,65), EUA	Sans	Marxa. Marxa amb tasca cognitiva o tasca motora	Disminuí el nombre de passos en fals després de la intervenció. Entrenaments de doble tasca més efectius per millorar la velocitat de la marxa. L'entrenament de doble tasca amb instrucció variable fou més eficaç en la millora de l'equilibri i el rendiment cognitiu que l'entrenament amb instrucció fixa o tasca simple
Fraga et al. (2011) ⁵⁸	59 subjectes (grup intervenció, 31 dones, 65 ± 6,4; grup control, 28 dones, 65 ± 6,4), Brasil	Físicament actives	Marxa. Asseure's i aixecar-se. Posar-se i treure's una samarreta. Qüestionari	Augmentà la resistència aeròbica, l'autonomia funcional i la qualitat de vida
Kubo et al. (2008) ⁵⁹	45 subjectes (grup intervenció, 17 dones, 18 homes, 68,4 ± 5,6; grup control, 6 dones, 4 homes, 71,9 ± 2,7), Japó	Sedentaris	Activitat física amb podòmetre a diari. Composició corporal. <i>Stiffness</i> amb ecografia. Força	Disminuí el greix de l'extremitat inferior. Augmentà la força i el gruix muscular de l'extremitat inferior
Kemoun et al. (2010) ⁶⁰	38 subjectes (grup intervenció, 12 dones, 4 homes, 82,0 ± 5,8; grup control, 11 dones, 4 homes, 81,7 ± 5,1), França	Amb Alzheimer i que puguin caminar 10 m sense cap tipus d'ajuda	Marxa. Avaluació cognitiva	Hi hagué correlació entre la puntuació cognitiva i la velocitat de la marxa i el temps de doble suport. El grup intervenció frenà la degeneració cognitiva i millorà l'eficàcia de l'aparell locomotor
Merati et al. (2011) ⁶¹	26 subjectes (grup 2 dies, 12 dones; 66,75 ± 1,71; grup un dia, 14 dones; 67,36 ± 2,50), Itàlia	Sanes	Marxa	Millorà la resistència en caminar
Šokelienė i Česnaitienė (2011) ⁵³	41 subjectes (grup 1 físicament actius, 8 dones, 3 homes, 65 ± 5, grup 2 sedentaris, 10 dones, 8 homes, 65 ± 5; grup control, 12 dones, 4 homes, 65 ± 5), Lituània	Físicament actius/ Sedentaris	ROM. Espirometria. Test de resistència aeròbica. Força de bessons	Grup 1 i grup 2 disminuí el pes i l'índex cintura/maluc. Augmentà la flexibilitat lumbar i la resistència aeròbica
Brauer i Morris (2010) ³⁵	20 subjectes (8 homes, 12 dones, 68,5 ± 11,3), Austràlia	Amb Parkinson, poden caminar 30 m sols, puntuació en l'IMMS ≥ 24	Marxa. Marxa amb tasca cognitiva o tasca motora	Augmentà la longitud i la velocitat de pas mentre es feien tasques addicionals

Taula 1 (Continuació)

Autor (any)	Mostra (grup, sexe, edat), país	Subjectes	Tests	Resultats
Rogers et al. (2011) ⁴⁸	15 subjectes (grup cinestèsia, agilitat i equilibri, 6 dones, 69,29 ± 11,36; grup força, 9 dones, 69,29 ± 11,36), EUA	Sedentaris diagnosticats d'osteoartritis de genoll	Qüestionaris. Perfil d'activitat. Autoeficàcia en l'exercici. Aixecar-se i caminar, baixar i pujar graons	El grup cinestèsia, agilitat i equilibri augmentà la funció física i els nivells d'activitat física i disminuï la inestabilitat del genoll. El grup força disminuï la rigidesa
Silsupadol et al. (2006) ⁶²	3 subjectes (tasca simple, un home, 82; doble tasca instrucció fixa, una dona, 90; doble tasca instrucció variable, una dona, 93), EUA.	Sans amb historial de caigudes	Equilibri estàtic i dinàmic. Marxa. Asseure's i aixecar-se. Avaluació cognitiva. Funcionalitat	Millorà l'equilibri. Disminuí el percentatge de risc de caiguda. La doble tasca amb instrucció variable obtingué major disminució en el desplaçament mediolateral del centre de masses
Liu-Ambrose et al. (2005) ⁴⁹	98 subjectes (grup força, 32 dones, 79,6 ± 2,1; grup agilitat, 34 dones, 78,9 ± 2,8; grup estirament, 32 dones, 79,5 ± 3,2), Canadà	Sedentàries amb osteoporosi o osteopènia	Qüestionaris	Tots els grups van reduir el mal d'esquena i la incapacitat relacionada. Els grups de força i agilitat van millorar la qualitat de vida
Liu-Ambrose et al. (2004) ⁷	98 subjectes (grup força, 32 dones, 79,6 ± 2,1; grup agilitat, 34 dones, 78,9 ± 2,8; grup estirament, 32 dones, 79,5 ± 3,2), Canadà	Sedentàries amb osteoporosi o osteopènia	Marxa. Test d'equilibri estàtic i dinàmic. Força. Temps de reacció. Qüestionaris	Els grups de força i agilitat augmentaren la funcionalitat física i la seguretat en l'equilibri
Plachy et al. (2012) ²⁸	42 subjectes (grup Pilates, 15 dones, 66,2 ± 3,8; grup aiguagim, 15 dones, 67,5 ± 5,9; i grup control, 12 dones, 68,2 ± 3,2), Hongria	Físicament actius/sedentaris	ROM. Marxa. Asseure's i aixecar-se	Hi hagué millora significativa de totes les mesures en els grups Pilates i aiguagim després de la intervenció
Arampatzis et al. (2011) ²⁹	38 subjectes (grup estabilitat, 9 dones, 4 homes, 66,6 ± 1,8; grup estabilitat + força, 11 dones, 2 homes, 68,3 ± 2,7; grup control, 5 dones i 7 homes, 68,3 ± 3,3), Alemanya	Sedentaris	Un pas amb el desequilibri	Es millorà el 35% del rendiment de l'estabilitat dinàmica

ROM: rang de mobilitat articular.

Taula 2 Estudis amb intervencions no funcionals

Autor (any)	Mostra (grup, sexe, edat), país	Subjectes	Tests	Resultats
Granacher et al. (2010) ³⁶	20 subjectes (grup intervenció, 7 dones, 4 homes, 72 ± 5; grup control, 7 dones, 2 homes, 75 ± 6), Suïssa	Sans	Qüestionaris. Marxa amb tasca cognitiva o motora. Avaluació cognitiva	Es millorà en el temps de pas en condicions de tasca simple. Hi hagué millora en les interferències motores durant la doble tasca per l'entrenament induït
Chow i Ng (2010) ⁵⁶	100 subjectes (grup 1, 26 dones, 6 homes, 66,7 ± 8,29; grup 2, 28 dones, 7 homes, 69,8 ± 8; grup 3, 31 dones, 2 homes, 70,2 ± 6,59), Xina	Amb pròtesi de genoll	Qüestionari. ROM de genoll	Augmentà el rang de flexió de genoll amb tots els mètodes
Billson et al. (2011) ²⁵	49 subjectes (35 dones, 14 homes) (grup gimnàs, n = 25, 68,51 ± 9,6); grup domicili, n = 24, 71,51 ± 11,6), Sud-àfrica	Sedentaris mínim 6 mesos abans de l'estudi	ROM	Hi hagué augment de la flexibilitat d'espatlles en tots 2 grups i d'isquiotibials en el grup gimnàs
Zakas et al. (2005) ²⁴	20 subjectes (20 dones, 75,9 ± 5,4), Grècia	Sanes	ROM	Hi hagué un augment significatiu del ROM de tots els moviments en els 3 protocols
González-Ravé et al. (2012) ⁴⁵	54 subjectes (15 homes, 39 dones) (grup passiu, n = 18, 66,5 ± 6,5; grup facilitació neuronal propioceptiva, n = 18, 64,7 ± 4,0; grup control, n = 18, 66,4 ± 4,5), Espanya	Físicament actius	ROM	S'obtingué millora significativa de la flexió de maluc i espatlla amb ambdós mètodes d'intervenció
Dias i Dias (2003) ⁶³	50 subjectes (grup intervenció, 23 dones, 2 homes, 76; grup control, 21 dones, 4 homes, 74), Brasil	Amb osteoartritis (caminar i rehabilitació)	Qüestionaris	Hi hagué canvis significatius de la capacitat funcional, dolor, salut general, vitalitat i el rol de limitació física
Feland et al. (2001) ²⁷	97 subjectes (grup facilitació neuronal propioceptiva, 28 homes, 12 dones; grup estàtic, 25 homes, 13 dones; grup control, n = 19), EUA	Atletes sènior	ROM de genoll	Ambdós mètodes milloraren la flexibilitat dels atletes d'alt nivell. L'estirament de facilitació neuronal propioceptiva tingué més efecte en els homes que en les dones. L'estirament de facilitació neuronal propioceptiva fou més eficaç que l'estirament estàtic per produir augment de la flexibilitat d'isquiotibials en atletes de 55 a 64 anys

Taula 2 (Continuació)

Autor (any)	Mostra (grup, sexe, edat), país	Subjectes	Tests	Resultats
Morini et al. (2004) ⁶⁴	110 subjectes (joves, 34 dones, 33 homes, 19,3 ± 3,2; majors sedentaris, 15 dones, 5 homes, 64,3 ± 5,4; majors físicament actius, 16 dones, 7 homes, 64,3 ± 5,4), Itàlia	Físicament actius/sedentaris	ROM	Les dones foren més flexibles que els homes en totes les edats. Es millorà la mobilitat articular, el límit de la incapacitat articular i la qualitat de vida. Es frenà la decadència de les capacitats físiques
Mansfield et al. (2010) ⁶⁵	30 subjectes (grup intervenció, 8 dones, 8 homes, 70,3 ± 4,7; grup control, 7 dones, 7 homes, 69,1 ± 3,8), Canadà	Amb desequilibris o caigudes	Un pas amb el desequilibri	El grup intervenció contrarestarà els efectes de l'edat en la recuperació d'equilibri
Rogers et al. (2003) ⁶⁶	20 subjectes (grup induït, 3 dones, 70 ± 9; 4 dones, 24 ± 2; 1 home, 70 ± 9; 2 homes, 24 ± 2; grup voluntari, 4 dones, 24 ± 2; 4 homes, 70 ± 9; 2 homes, 24 ± 2), EUA	Sans	Un pas amb el desequilibri	Disminuí el temps d'inici del pas en les tasques. La gent gran obtingué més temps d'inici del pas que els joves. En el test de senyal auditiu el grup induït disminuí un 18% el temps d'inici

ROM: rang de mobilitat articular.

funcionals. La durada oscil·lava entre 2 i 9 setmanes, tret d'un estudi que durà un any⁴⁵ i uns altres 2 que sols tingueren una²⁷ i 3 sessions²⁴.

Tant els estudis amb entrenaments funcionals com els no funcionals, com que obtingueren millores de les capacitats físiques, a més de millorar els patrons de marxa aconseguiren diferents millores dels indicadors de la qualitat de vida de la gent gran.

Sense intervenció

Hem localitzat 12 articles que realitzaven diferents tipus de comparacions, ja sigui entre sexes, entre edats o estudis longitudinals sense intervenció (taula 3), 10 dels quals utilitzaven subjectes sans físicament actius, un amb subjectes amb operació de maluc i un que no defineix les característiques dels subjectes.

Vuit dels articles utilitzaren tests funcionals en els estudis i 8 tests no funcionals. Entre els tipus de tests 7 utilitzen tests de marxa. Bierbaum et al.^{37,38} realitzaren 2 estudis comparant joves amb gent gran amb un test de marxa i van concloure que la gent gran presenta un dèficit major del control de l'estabilitat dinàmica respecte als joves.

Tres estudis utilitzaven tests d'un pas en un desequilibri i 3 tests de força. La resta de tests realitzats eren densitometries, qüestionaris, avaluacions del ROM i tests d'equilibri (però en menor mesura que els anteriors). Kwon et al.⁵⁷ van fer densitometries i compararen la mateixa gent gran al cap de 2 anys i obtingueren una disminució de la densitat mineral òssia, que es correlacionava amb la disminució de la velocitat de la marxa.

Els estudis que utilitzaven tests de marxa concloueren que els homes grans caminaven més ràpid i amb passos més llargs que les dones, la qual cosa comportava menor risc de caiguda. Amb el pas dels anys la velocitat de la marxa disminuïa (per una menor longitud de pas) i es tenia un control menor de l'estabilitat dinàmica (fig. 1). Els tests d'un pas en desequilibri determinaren que la gent gran presenta dèficit del control d'estabilitat dinàmica en comparar-los amb els joves. Per exemple, Carty et al.⁵¹ van trobar que la gent gran amb una bona estabilitat dinàmica recupera l'equilibri després d'una ensopegada, igual com ho feien els joves, amb un sol pas ferm, encara que ho feien amb un marge d'estabilitat menor. En canvi, una altra gent gran, amb dèficit d'estabilitat dinàmica, feia passes petites i múltiples. Per la seva banda, les avaluacions de força conclouien que la gent gran tenia menys força que els joves, i que la disminució de la força estava associada a un control de l'estabilitat menor⁴⁷.

Cap a on hauríem d'anar?

Basant-nos en aquesta revisió i en la nostra experiència d'entrenament amb gent gran, creiem que cal personalitzar les intervencions al màxim, treballant sempre que sigui possible amb grups reduïts, perquè és més fàcil atendre l'execució de cada persona i es poden aconseguir canvis més grans. Creiem que caldria que les línies futures d'investigació valoressin l'efectivitat directa de nous exercicis per disminuir el risc de caiguda. Aquests exercicis poden implicar en diferent mesura el treball de força de

Taula 3 Estudis que només són tests

Autor (any)	Mostra (grup, sexe, edat), país	Subjectes	Tipus de test	Test	Resultats
Kwon et al. (2007) ⁵⁷	182 subjectes (182 dones, 75,9 ± 3,6), Japó	Sans	Funcional i no funcional	DXA. Marxa. Força	Als 2 anys hi ha una disminució de l'IMC, de la DMO i de la velocitat habitual de caminar. El canvi de la DMO es correlacionà amb el canvi de la velocitat habitual caminant
Kamada et al. (2011) ⁶⁶	372 subjectes (240 dones, 69,8 ± 5,7; 132 homes, 71,7 ± 5,8), Japó	Sans	Funcional i no funcional	Marxa. Qüestionaris	Més velocitat màxima caminant els homes que les dones. Dones i homes tenien associació significativa i positiva entre el temps de caminar com a recreació i la velocitat màxima en caminar
Stergiou et al. (2002) ⁶⁷	20 subjectes (joves, 10 dones, 24,6 ± 3,2; majors, 10 dones, 73,7 ± 4,9), EUA	Sanes	Funcional	Marxa	La gent gran presentà majors GRF que els joves
Helbostad i Moe-Nilsenn(2003) ⁵²	36 subjectes (13 dones, 71,85 ± 3,89; 23 homes, 72,87 ± 2,77), Noruega	Físicament actius	Funcional	Marxa	Caminant a 1 m/s i a una velocitat confortable els homes feien passos més llargs i amples que les dones
Bierbaum et al. (2010) ³⁷	23 subjectes (joves, 10 homes, 26,1 ± 2,9; majors, 13 homes, 67,4 ± 3,4), Alemanya	Físicament actius	Funcional	Marxa	La gent gran presentà major dèficit de l'estabilitat dinàmica després d'una alteració que els joves. La degeneració relacionada amb l'edat no inhibí la formació de millores adaptatives en el control dinàmic. Vells i joves obtingueren millores similars
Bierbaum et al. (2011) ³⁸	28 subjectes (joves, 14 homes, 24,9 ± 2,4; majors, 14 homes, 67,3 ± 4,2), Alemanya	Físicament actius	Funcional	Marxa	Els joves mostraren millor adaptació del control d'estabilitat dinàmica. La gent gran millorà l'estabilitat dinàmica mentre caminaven amb els assaigs
Lark et al. (2004) ⁶⁸	12 subjectes (joves, 6 homes, 24,8 ± 1,7; majors, 6 homes, 67,7 ± 1,4), Regne Unit	Físicament actius	Funcional i no funcional	ROM. Test de baixar graons	Vells i joves utilitzaren estratègies cinemàtiques diferents quan baixaven graons. Major ROM de turmell en la gent gran que en els joves. La gent gran mantenia més temps una posició plana del peu

Taula 3

Autor (any)	Mostra (grup, sexe, edat), país	Subjectes	Tipus de test	Test	Resultats
Hassinen et al. (2005) ⁶⁹	146 subjectes (67 dones; 72,3 ± 1,3; 79 homes, 72,0 ± 1,2), Finlàndia	Sans	Funcional i no funcional	Qüestionari. Marxa. Tests d'equilibri	Els homes tenien més equilibri i més velocitat caminant que les dones. L'obesitat, el sobrepès central i l' <i>stiffness</i> muscular s'associaren amb trastorns de l'equilibri i la capacitat de marxa
Karamanidis et al. (2008) ⁴⁷	18 homes; joves (n = 9; edat, 27 ± 4); majors (n = 9; edat, 64 ± 3), Alemanya	Corredors experimentats de resistència	No funcional	Un pas amb el desequilibri. Força	L'estratègia de recuperació de l'equilibri cap endavant és l'augment de la base de suport. La gent gran tingué dèficit en els mecanismes de control de l'estabilitat dinàmica. Els dèficits estigueren associats a una menor força muscular i a la rigidesa de les cames
Carty et al. (2011) ⁵¹	47 subjectes: joves (grup control), 8 dones, 8 homes, 20-30) majors, 15 dones, 16 homes (grup un pas, n = 12, 71,4 ± 1,5; grup passos múltiples, n = 19, 76,4 ± 1,2), Austràlia	Sans	No funcional	Un pas amb el desequilibri	El marge d'estabilitat del peu de contacte i l'angle màxim de flexió de genoll en l'aterratge fou menor en la gent gran i el grup de passos múltiples. Amb l'edat disminueix la recuperació de l'estabilitat i el grau d'inestabilitat en la fase d'aterratge
Morita et al. (2005) ⁷⁰	373 subjectes (grup A [1989-1993], 157 dones, 81,0 ± 8,9; grup B [1999-2003], 216 dones, 83,1 ± 8,0). Al seu torn en capacitat de caminar: sense bastó, amb bastó, amb caminador o amb supervisió, amb assistència física, incapacitat de caminar, Japó	Operats de maluc	No funcional	DXA	El deteriorament de la capacitat de caminar fou significativament més gran en el grup B. Els 2 grups que caminaven independents tenien més DMO que els altres 3 grups. Diferència significativa en la DMO entre la població general japonesa i la gent gran amb fractura (entre 75 i 79 anys).
Arampatzis et al. (2008) ⁵⁰	38 subjectes (grup estables, 10 homes, 64 ± 3; grup inestables, 28 homes, 64 ± 3), Alemanya		No funcional	Un pas amb el desequilibri. Força	Deficiències en la manera d'aconseguir l'equilibri amb els mecanismes d'estabilitat dinàmica cap endavant en els vells. El grup inestable obtenia força de reacció horitzontal més elevada

DMO: densitat mineral òssia; DXA: densitometria òssia; GRF: *ground reaction forces* (forces de reacció del sòl); IMC: índex de massa corporal; ROM: rang de mobilitat articular.

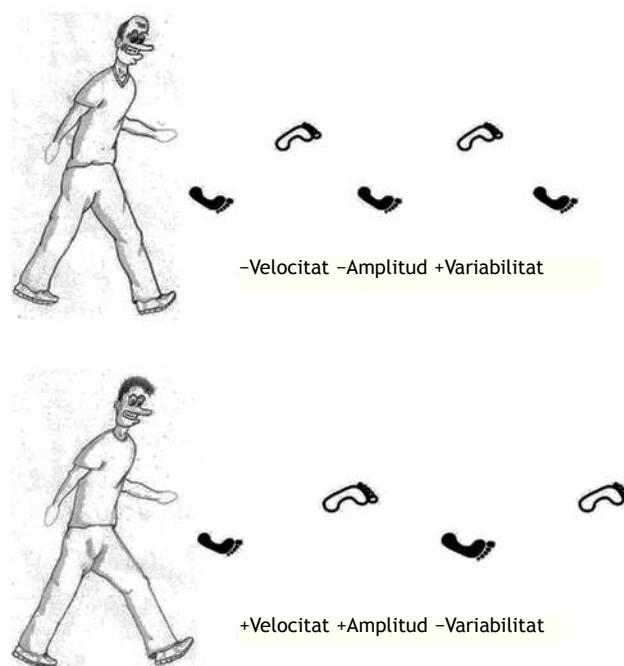


Figura 1 Diferències en la marxa entre joves i gent gran.

l'extremitat inferior, del rang de moviment en el qual s'exerceix, de l'equilibri i reequilibri i, finalment, de diverses tasques cognitives.

Conclusions

- La gent gran presenta un patró de marxa més variable, amb una velocitat i amplada de passa menor que els joves. Aquest patró s'associa amb un major risc de caiguda. Els homes grans pateixen menys risc de caiguda que les dones, i en ambdós casos el risc disminueix tant amb entrenaments basats en desplaçaments com amb entrenaments específics de capacitats físiques.
- La gent gran, tant sana com amb patologies (persones sedentàries i les físicament actives), millora diferents aspectes de la qualitat de vida i aconsegueix reduir el risc de caiguda amb entrenaments funcionals i també amb entrenaments específics de la força, de l'equilibri i de la flexibilitat.
- Els entrenaments de tipus funcional s'usen sobretot en persones amb patologies i en sedentàries. Les intervencions que inclouen aquests entrenaments solen ser més llargues que les de tipus no funcional.
- Els entrenaments específics de capacitats físiques emprats milloren els rangs de moviment, l'equilibri dinàmic i els patrons de marxa de la gent gran. Tanmateix, aquest tipus d'entrenament se sol emprar sobretot amb subjectes sans.
- El tipus de test més utilitzat en els estudis comparatius entre grups sense intervenció és el de marxa, que avalua principalment la velocitat del desplaçament.

Finançament

Aquest projecte ha estat finançat pel Consejo Superior de Deportes, referència 089 UPB10/12.

Conflicte d'interessos

Els autors declaren que no tenen cap conflicte d'interessos.

Agraïments

Agraïm la col·laboració de Javier Romero Retamosa per la figura de les diferències de la marxa entre joves i vells.

Bibliografia

1. Milat AJ, Watson WL, Monger C, Barr M, Giffin M, Reid M. Prevalence, circumstances and consequences of falls among community-dwelling older people: Results of the 2009 NSW Falls Prevention Baseline Survey. *N S W Public Health Bull.* 2011;22:43-8.
2. Dougherty J, Kancel A, Ramar C, Meacham C, Derrington S. The effects of a multi-axis balance board intervention program in an elderly population. *Mo Med.* 2011;108:128-32.
3. Gaxatte C, Nguyen T, Chourabi F, Salleron J, Pardessus V, Delabrière I, et al. Fear of falling as seen in the multidisciplinary falls consultation. *Ann Phys Rehabil Med.* 2011;54:248-58.
4. Heinrich S, Rapp K, Rissmann U, Becker C, König H-H. Service use and costs of incident femoral fractures in nursing home residents in Germany: The Bavarian Fall and Fracture Prevention Project (BF2P2). *J Am Med Dir Assoc.* 2011;12:459-66.

5. Budhia S, Mikiyas Y, Tang M, Badamgarav E. Osteoporotic fractures: A systematic review of U.S. healthcare costs and resource utilization. *Pharmacoeconomics*. 2012;30:147-70.
6. McAuley E, Mihalko SL, Rosengren K. Self-efficacy and balance correlates of fear of falling in the elderly. *J Aging Phys Act*. 1997;5:329-40.
7. Liu-Ambrose T, Khan KM, Eng JJ, Lord SR, McKay HA. Balance confidence improves with resistance or agility training. Increase is not correlated with objective changes in fall risk and physical abilities. *Gerontology*. 2004;50:373-82.
8. Graafmans WC, Lips P, Wijnhuizen GJ, Pluijm SM, Bouter LM. Daily physical activity and the use of a walking aid in relation to falls in elderly people in a residential care setting. *Z Gerontol Geriatr*. 2003;36:23-8.
9. Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, Lamb SE, Gates S, Cumming RG, et al. Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Of Systematic Reviews (Online)*. 2009:CD007146.
10. Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, Sherrington C, Gates S, Clemson LM, et al. Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database of Systematic Reviews (online)*. 2012;9:CD007146.
11. Larsen AH, Sorensen H, Puggaard L, Aagaard P. Biomechanical determinants of maximal stair climbing capacity in healthy elderly women. *Scand J Med Sci Sports*. 2009;19:678-86.
12. Mihalko SL, McAuley E. Strength training effects on subjective well-being and physical function in the elderly. *J Aging Phys Act*. 1996;4:56-68.
13. Hunter GR, McCarthy JP, Bamman MM. Effects of resistance training on older adults. *Sports Med*. 2004;34:329-48.
14. Orr R, Raymond A, Singh MF. Efficacy of progressive resistance training on balance performance in older adults. *Sports Med*. 2008;38:317-43.
15. Baydal-Bertomeu JM, Barberà i Guillem R, Soler-Gracia C, Peydro de Moya MF, Prat JM, Barona de Guzmán R. Determination of postural behaviour patterns in the Spanish healthy population. *Acta Otorrinolaringol Esp*. 2004;55:260-9.
16. Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait Posture*. 1995;3:193-214.
17. Horak FB, Shupert CL, Mirka A. Components of postural dyscontrol in the elderly: A review. *Neurobiol Aging*. 1989;10:727-38.
18. Izquierdo M, Aguado X, Gonzalez R, Lopez JL, Hakkinen K. Maximal and explosive force production capacity and balance performance in men of different ages. *Eur J Appl Physiol*. 1999;79:260-7.
19. Davis JC, Donaldson MG, Ashe MC, Khan KM. The role of balance and agility training in fall reduction. A comprehensive review. *Eura Medicophys*. 2004;40:211-21.
20. Low S, Ang LW, Goh KS, Chew SK. A systematic review of the effectiveness of Tai Chi on fall reduction among the elderly. *Arch Gerontol Geriatr*. 2009;48:325-31.
21. Wu G. Evaluation of the effectiveness of Tai Chi for improving balance and preventing falls in the older population—A review. *J Am Geriatr Soc*. 2002;50:746-54.
22. Leslie M, St. Pierre RW. An integrated risk assessment approach to fall prevention among community-dwelling elderly. *American Journal of Health Studies*. 1999;15:57.
23. Klein DA, Stone WJ, Phillips WT, Gangi J, Hartman S. PNF training and physical function in assisted-living older adults. *J Aging Phys Act*. 2002;10:476-88.
24. Zakas A, Balaska P, Grammatikopoulou MG, Zakas N, Vergou A. Acute effects of stretching duration on the range of motion of elderly women. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2005;9:270-6.
25. Billson JH, Cilliers JF, Pieterse JJ, Shaw BS, Shaw I, Toriola AL. Comparison of home- and gymnasium-based resistance training on flexibility in the elderly. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education & Recreation (SAJR SPER)*. 2011;33:1-9.
26. Sherrington C, Whitney JC, Lord SR, Herbert RD, Cumming RG, Close JCT. Effective exercise for the prevention of falls: A systematic review and meta-analysis. *J Am Geriatr Soc*. 2008;56:2234-43.
27. Feland JB, Myrer JW, Schulthies SS, Fellingham GW, Measom GW. The effect of duration of stretching of the hamstring muscle group for increasing range of motion in people aged 65 years or older. *Phys Ther*. 2001;81:1110-7.
28. Plachy J, Kováč M, Bognár J. Improving flexibility and endurance of elderly women through a six-month training programme. *Human Movement*. 2012;13:22-7.
29. Arampatzis A, Peper A, Bierbaum S. Exercise of mechanisms for dynamic stability control increases stability performance in the elderly. *J Biomech*. 2011;44:52-8.
30. Silsupadol P, Shumway-Cook A, Lugade V, van Donkelaar P, Chou L-S, Mayr U, et al. Effects of single-task versus dual-task training on balance performance in older adults: A double-blind randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2009;90:381-7.
31. Silsupadol P, Lugade V, Shumway-Cook A, van Donkelaar P, Chou L-S, Mayr U, et al. Training-related changes in dual-task walking performance of elderly persons with balance impairment: A double-blind, randomized controlled trial. *Gait Posture*. 2009;29:634-9.
32. De Vreede PL, Samson MM, van Meeteren NL, van der Bom JG, Duursma SA, Verhaar HJ. Functional tasks exercise versus resistance exercise to improve daily function in older women: A feasibility study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85:1952-61.
33. De Vreede PL, Samson MM, van Meeteren NLU, Duursma SA, Verhaar HJJ. Functional-task exercise versus resistance strength exercise to improve daily function in older women: A randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc*. 2005;53:2-10.
34. Fleuren MAH, Vrijkotte S, Jans MP, Pin R, van Hespden A, van Meeteren NLU, et al. The implementation of the functional task exercise programme for elderly people living at home. *BMC Musculoskelet Disord*. 2012;13:128.
35. Brauer SG, Morris ME. Can people with Parkinson's disease improve dual tasking when walking? *Gait Posture*. 2010;31:229-33.
36. Granacher U, Muehlbauer T, Bridenbaugh S, Bleiker E, Wehrle A, Kressig RW. Balance training and multi-task performance in seniors. *Int J Sports Med*. 2010;31:353-8.
37. Bierbaum S, Peper A, Karamanidis K, Arampatzis A. Adaptational responses in dynamic stability during disturbed walking in the elderly. *J Biomech*. 2010;43:2362-8.
38. Bierbaum S, Peper A, Karamanidis K, Arampatzis A. Adaptive feedback potential in dynamic stability during disturbed walking in the elderly. *J Biomech*. 2011;44:1921-6.
39. Blankevoort CG, Heuvelen MJGV, Boersma F, Luning H, Jong JD, Scherder EJA. Review of effects of physical activity on strength, balance, mobility and ADL performance in elderly subjects with dementia. *Dement Geriatr Cogn Disord*. 2010;30:392-402.
40. Toulotte C, Thevenon A, Watelain E, Fabre C. Identification of healthy elderly fallers and non-fallers by gait analysis under dual-task conditions. *Clin Rehabil*. 2006;20:269-76.
41. García-García FJ, Larrión Zugasti JL, Rodríguez Mañas L. Frailty: A phenotype under review. *Gac Sanit*. 2011;25 Suppl 2: 51-8.
42. Makary MA, Segev DL, Pronovost PJ, Syin D, Bandeen-Roche K, Patel P, et al. Frailty as a predictor of surgical outcomes in older patients. *J Am Coll Surg*. 2010;210:901-8.
43. Garcia-Garcia FJ, Gutierrez Avila G, Alfaro-Acha A, Amor Andres MS, de los Angeles de la Torre Lanza M, Escribano Aparicio MV, et al. The prevalence of frailty syndrome in an older popu-

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