Document descarregat de http://www.apunts.org el 20/09/2016. Copia para l'ús personal, es prohibeix la transmissió d'aquest document per qualsevol mitjà o format.

Apunts Med Esport. 2016;**51(190)**:64-71

apunts
MEDICINA DE L'ESPORT
www.apunts.org



TREBALL ORIGINAL

Efectes de l'entrenament de la força funcional en la gent gran

Elena Rodríguez-Berzal* **i Xavier Aguado Jódar**

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

Rebut el 6 d'abril de 2015; acceptat el 15 de juny de 2015

PARAULES CLAU
Fragilitat;
Biomecànica;
Prevenció de caigudes

Resum
Introducció: Els estudis publicats demostren que la gent gran que practica activitat física té millor qualitat de vida, funcionalitat i equilibri. Aquest estudi té com a objectiu observar canvis de la força explosiva i de la capacitat d'equilibri de la gent gran, després d'una intervenció de millora de la força funcional.
Material i mètodes: Participaren a l'estudi 27 subjectes físicament actius de 69,2 ± 4,9 anys i 1,613 ± 0,092 m d'alçada. Es féu una presa de dades inicial, 8 setmanes d'intervenció (2 sessions a la setmana) i una presa de dades final. S'aplicà un test de salt amb contramoviment sobre una plataforma de forces Quattro Jump (Kistler, Suïssa) i un test de límits d'estabilitat amb la trajectòria del centre de pressió sobre una plataforma de forces 9281CA (Kistler, Suïssa). Tres mesos després d'haver finalitzat la intervenció es féu un test de seguiment.
Resultats: S'observà un augment de rigidesa en les extremitats inferiors ($p < 0,01$) i una disminució de l'alçada de salt ($p < 0,05$) en el test de salt amb contramoviment. En el test dels límits d'estabilitat s'obtingué un augment de l'àrea i de la velocitat mitjana de desplaçament del centre de pressió després de la intervenció ($p < 0,05$). Aquesta millora es mantingué després d'un període de seguiment de 3 mesos.
Conclusió: L'entrenament de la força funcional de la gent gran ha millorat els límits d'estabilitat del centre de pressió, per tant n'ha millorat l'equilibri, malgrat que es tracta d'un grup de gent gran físicament activa.
© 2015 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicat per Elsevier España, S.L.U. Tots els drets reservats.

* Autor per a correspondència.
Correu electrònic: elena.rodriguez.berzal@gmail.com (E. Rodríguez-Berzal).

1886-6581/$ - see front matter © 2014 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicat per Elsevier España, S.L.U. Tots els drets reservats.

Document descarregat de http://www.apunts.org el 20/09/2016. Copia para l'ús personal, es prohibeix la transmissió d'aquest document per qualsevol mitjà o format.

KEYWORDS
Fragility;
Biomechanics;
Falls

Effects of training functional strength of elderly

Abstract
Introduction: Published research studies show that elderly subjects who do physical activities achieve a better quality of life, functional abilities and balance. This study aimed to observe changes produced in explosive power and balancing ability after an intervention to improve functional strength.
Material and methods: 27 physically active subjects aged 69.2 ± 4.9 years with a height of 1.613 ± 0.092 m participated. The method was as follows: initial data were gathered at the beginning, 8 weeks of intervention (2 sessions a week) and then data were gathered again at the end. A countermovement jump test on a Quattro Jump force plate (Kistler, Switzerland) was carried out, as well as centre of pressure tracking for stability limits test using a 9281CA force platform (Kistler, Switzerland). After 3 months of intervention the final tracking test was performed.
Results: Increases in lower limb stiffness ($p < 0.01$) and jump height ($p < 0.05$) were shown while doing the countermovement jump tests. Increases in centre of pressure shifting area and average speed were achieved on the stability limits test, comparing the initial and final data ($p < 0.05$). This improvement was maintained after follow-up of 3 months.
Conclusion: Functional strength training in elderly people improved the centre of pressure track of stability limits test, so balance was also improved in a group of physically active senior citizens.
© 2015 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducció

A les societats occidentals augmenta de forma important la població de gent gran. Aquest sector de població pateix caigudes freqüents per pèrdua d'equilibri, que s'incrementen amb la fragilitat associada a l'edat[1,2], cosa que suposa un cost econòmic, un problema de salut important[3,4] i repercuteix en l'esperança de vida[3]. Els estudis publicats fins a l'actualitat demostren que la gent gran que practica activitat física té una qualitat de vida millor i una millor funcionalitat i equilibri[5-18]. També destaquen que l'entrenament de la força els millora l'equilibri, perquè l'equilibri està afectat per la manca de la força mínima requerida per mantenir-lo[9,19]. Aquesta introducció es desglossa en els punts següents, que més endavant són tractats per un programa d'intervenció de gent gran: la força estudiada mitjançant el salt, l'equilibri, la massa muscular, els tipus d'entrenament i els objectius d'aquest estudi.

Estudi de la força mitjançant el salt

Estudiar la força de les extremitats inferiors mitjançant el salt suposa un avantatge, perquè no calen màquines sofisticades, i com que és un moviment natural, pot ser realitzat per la gent gran sense el risc d'haver de prendre unes precaucions especials. Els mètodes usats més comunament amb la gent gran són el salt amb contramoviment (CMJ) i el salt sense contramoviment (SJ)[9,20].

Els treballs publicats exposen que els ancians, en comparació amb els adults, salten menys, generen menors pics de força vertical i de potència mecànica en la batuda, tenen més rigidesa i abaixen menys el centre de gravetat en el contramoviment[21].

A més, en comparar el ancians espanyols actius físicament amb persones asiàtiques de característiques similars, detectem que els espanyols presenten menor força i rang de moviment (*range of mouvement*, ROM) de les extremitats inferiors en realitzar el test CMJ sobre plataforma de forces[21]. En els estudis publicats els ancians asiàtics abaixen més el centre de gravetat en el contramoviment que els europeus, cosa que influeix en què tinguin uns valors de rigidesa menors[21].

Un nivell de rigidesa alt (*stiffness* major) unit a un ROM escurçat i a uns valors baixos de força explosiva en la gent gran europea i, en particular, en l'espanyola, influeixen negativament en el manteniment de l'equilibri postural correcte, cosa que pot afavorir les caigudes.

L'equilibri

Investigacions com la d'Izquierdo et al.[22], en què intervenen 3 grups de diferents edats, conclouen que els ancians triguen més en desplaçar el centre de pressió (CDP) fins a la diana il·luminada i que hi romanen menys temps dins: d'això se'n deriva un equilibri postural menor. També observaren una correlació important entre les variables dels tests d'equilibri i la velocitat màxima de desenvolupament de la força isomètrica en els grups de gent gran, cosa que no succeïa en subjectes joves. Així concloïen que tenir més força no millora l'equilibri dels joves, però sí el de la gent gran. En aquest sector de la població, tenir un nivell de força limitat afecta el desenvolupament de les activitats de la vida diària, com caminar, pujar escales o reequilibrar-se després d'una entrebancada[23].

Baydal-Bertomeu et al.[24] descriuen patrons de comportament postural en el test d'equilibri estàtic en diferents

Document descarregat de http://www.apunts.org el 20/09/2016. Copia para l'ús personal, es prohibeix la transmissió d'aquest document per qualsevol mitjà o format.

grups de població sana espanyola entre el quals inclouen un grup d'ancians, sense especificar si són actius o sedentaris, tot i que pels resultats es desprèn que probablement eren sedentaris.

Creiem que caldrien més estudis del test de força i equilibri sobre la gent gran físicament activa de la població espanyola.

Tipus d'entrenament

Als anys vuitanta es començà a estudiar el mecanisme de caiguda de la gent gran i com calia prevenir-lo mitjançant diferents tipus de programes d'entrenament. En un principi els treballs es van centrar en la força de les extremitats inferiors amb màquines de musculació per reduir les caigudes[25]. Aquests estudis observaren un efecte positiu en la funcionalitat de la vida diària[26]. Tanmateix no ens centrarem en els estudis d'entrenaments específics de força en la gent gran per compensar la sarcopènia associada a l'edat, perquè és un tema estudiat àmpliament[26].

Per reduir el risc de caigudes de la gent gran s'han proposat entrenaments que combinen patrons de moviment i equilibri[24,27,28]. Diversos estudis afirmen que l'entrenament de l'equilibri és un bon mètode de prevenció de caigudes de la gent gran pel deteriorament que pateix aquesta capacitat amb el pas dels anys[9,24,29]. Per treballar l'equilibri s'han utilitzat mètodes de treball tradicionals asiàtics, com el tai-txi-txuan[30,31].

La disminució del ROM de les extremitats inferiors es considera un factor de risc important en les caigudes. Per això s'han proposat entrenaments de treball de força i flexibilitat per contrarestar-ne la disminució[32-35]. Però alguns autors han observat resultats millors en l'ampliació del ROM amb entrenaments d'equilibri específics[36].

Darrerament, cada vegada més s'utilitzen diferents exercicis funcionals en les intervencions, entenent com a funcional un exercici similar a les activitats de la vida diària. Per exemple, caminar, pujar escales o asseure's i aixecar-se de la cadira, que es combinen amb tasques cognitives i amb altres capacitats físiques[37-41]. Un patró de marxa variable és propi de la gent gran amb un risc elevat de caure. Ells, quan s'entrebanquen, es reequilibren amb passes més curtes i freqüents que són considerades com a signe de la denominada síndrome de fragilitat de la gent gran[42-45], que s'associa a una disminució important de l'esperança de vida[46].

L'efecte dels programes d'intervenció s'avalua amb tests que podríem dividir en 2 grups: funcionals i no funcionals. Els tests funcionals són majoritàriament avaluacions de la marxa combinada amb tasques cognitives o coordinatives[37,38,47] i els no funcionals examinen les respostes enfront d'un desequilibri quan es fa un pas[48-51] o mesuren els canvis d'una capacitat física determinada, com ara la flexibilitat mitjançant la mesura del ROM[51].

Objectius

El present estudi sorgí per l'escassedat d'investigacions que analitzin els canvis que sofreix la força funcional de subjectes sans i físicament actius als quals s'apliquen intervencions amb exercicis funcionals, donat que és la força útil per a la vida diària i és precisament en aquest camp en el qual ens interessa que hi hagi millores.

Per tant, l'objectiu d'aquest estudi ha estat analitzar els canvis que es produeixen en la força explosiva i en la capacitat de reequilibrar-se després d'una intervenció, que pretén millorar la força funcional del tren inferior de la gent gran físicament activa.

Material i mètodes

Participants

Van participar voluntàriament a l'estudi 27 subjectes sans i físicament actius (12 homes i 15 dones) de 69,2 ± 4,9 anys, 1,613 ± 0,092 m d'alçada i 73,10 ± 14,90 kg. Els subjectes practicaven gimnàstica de manteniment per a gent gran en sessions d'una hora, tres cops per setmana. S'exclogueren de l'estudi les persones amb trastorns osteomusculars, pròtesi a l'extremitat inferior, problemes de la vista o vestibulars, patologies que afectessin l'equilibri i que poguessin alterar els resultats dels tests.

Es familiaritzaren prèviament amb els tests, es féu una presa de dades inicial, 8 setmanes d'intervenció i una presa de dades final. Posteriorment, després de 3 mesos d'inactivitat es féu una darrera presa de dades, com a seguiment, a 13 dels 27 subjectes participants.

L'estudi seguí les recomanacions de la Declaració d'Hèlsinki i fou aprovat pel Comité de Investigación Clínica del Hospital General Universitario de Ciudad Real. Tots els participants firmaren una carta de consentiment informat i podien abandonar lliurament l'estudi, en qualsevol moment, si ho volien.

Protocol i variables

Es realitzà un test de salt CMJ i un test dels límits d'estabilitat amb la trajectòria del CDP. Es van utilitzar 2 plataformes de forces en la presa de dades: per al CMJ una Quattro Jump (Kistler, Suïssa) i per al recorregut del CDP una 9281CA (Kistler, Suïssa).

El CMJ es realitzà amb una freqüència de mostreig de 500 Hz. El subjecte adoptà una posició inicial de bipedestació amb el tronc vertical i mirant endavant, amb les extremitats inferiors esteses i les mans a la cintura, i es comprovà que no se separessin en cap moment. Calia fer la caiguda amb les extremitats inferiors esteses i sense desequilibris fins a tornar a la bipedestació inicial. Es van fer 2 salts vàlids i es comptà el de major altura de vol. Es va estudiar l'altura de vol (% d'estatura), la velocitat de descens (m/s) i la rigidesa vertical en el contramoviment (BW/% d'estatura).

Després s'aplicà el test dels límits d'estabilitat. Es registrà amb una freqüència de 50 Hz. Tingué una durada de 30 s, dels quals se'n van emprar 5 per explorar la màxima amplitud aconseguida en el desplaçament del CDP en cadascun dels límits següents: davant, darrere, dreta i esquerra. El subjecte féu el salt descalç, en suport bipodal, amb els ulls oberts i els braços creuats damunt el pit, amb el peus col·locats a una obertura interna de 40° comprovada amb una guia i amb una fusta per darrere que feia que

Document descarregat de http://www.apunts.org el 20/09/2016. Copia para l'ús personal, es prohibeix la transmissió d'aquest document per qualsevol mitjà o format.

Taula 1 Variables descriptives preintervenció, postintervenció i seguiment

Variables antropomètriques	Preintervenció	Postintervenció	Seguiment
Subjectes	27	27	13
Edat (anys)	69,67 ± 4,62	69,67 ± 4,62	69,23 ± 4,62
Pes (kg)	71,33 ± 12,73	71,28 ± 12,74	73,10 ± 14,90
Estatura (m)	1,584 ± 0,088	1,584 ± 0,091	1,613 ± 0,092

els talons estiguessin alineats, sense que es toquessin. S'indicà al subjecte quan havia de desplaçar el CDP a cada extrem. Es realitzaren 2 tests vàlids, dels quals es registrà el de major àrea de recorregut del CDP. S'analitzà l'àrea del recorregut del CDP (cm^2), els rangs en X i Y (cm^2) i la velocitat mitjana (cm/s).

Entrenament

Els participants tingueren 25 min d'entrenament per sessió, 2 vegades a la setmana, durant 8 setmanes. Les sessions eren dirigides per un llicenciat en Educació Física especialista en treball amb gent gran. La intervenció tenia lloc durant les classes de gimnàstica per a gent gran a les quals assistien els subjectes. Les sessions es duien a terme després de 25 min d'exercicis d'escalfament dirigits pel monitor habitual.

La intervenció es dirigí a augmentar la força funcional, ja que és la força útil. Es van utilitzar exercicis funcionals, similars a les activitats de la vida quotidiana com caminar, pujar escales o collir objectes de terra, i exercicis de flexibilitat. No s'utilitzaren càrregues externes. Tots els exercicis es feien amb el propi pes corporal. Es proposà el treball en forma de circuit. Al llarg de les 8 setmanes s'anà incrementant la intensitat dels exercicis amb un ROM major i amb més dificultat en la coordinació.

Anàlisi estadística

L'estadística es realitzà amb el paquet estadístic SPSS V17.0 (IBM, EUA). Després d'un període de descans, durant la fase de seguiment es realitzà un ANOVA de mesures repetides de 2 vies per analitzar els efectes de la intervenció i es comparà amb els subjectes usats com a control. Quan aparegué un efecte principal s'aplicà l'anàlisi *post hoc* de Bonferroni. Només es van considerar els nivells de significació de $p < 0,05$.

Resultats

La taula 1 mostra les variables descriptives (edat, pes i alçada) dels subjectes participants. A la taula 2 s'exposen els resultats obtinguts en el test de salt CMJ. S'observà un augment de la rigidesa ($p < 0,01$) i un descens de l'alçada del salt ($p < 0,05$) entre pre i postintervenció. S'observà també un lleuger augment del pic de potència de la batuda i un lleuger descens del centre de masses en el contramoviment entre pre i postintervenció (no significatius).

Els resultats de trajectòries del CDP en el test de límits d'estabilitat obtinguts en els diferents moments de mesura es descriuen a la taula 3. S'obtingué un augment de l'àrea i de la velocitat mitjana de desplaçament del CDP entre pre i postintervenció ($p < 0,05$), tot i que l'augment més significatiu fou en el rang de desplaçament en X (eix lateral mitjà) ($p < 0,01$).

Discussió

La majoria d'estudis amb gent gran que desenvolupen intervencions d'entrenament funcional es realitzen o amb subjectes sans sedentaris o amb malalts[47,49,52-54]. Com ara Arampatzis et al.[49], que realitzaren un estudi amb subjectes sedentaris sans, o Braure i Morris[47], que dugueren a terme un estudi amb malalts de Parkinson. En canvi, el present estudi rea-

Taula 2 Variables del CMJ preintervenció, postintervenció i seguiment

Variables CMJ	Preintervenció	Postintervenció	Seguiment
Pic potència batuda (W/kg)	25,82 ± 5,00	25,95 ± 4,68	24,85 ± 5,23
Descens en el contramoviment (% estatura)	−9,90 ± 3,53	−9,69 ± 3,88	−11,67 ± 4,74
Altura salt (m)	0,104 ± 0,042	0,098 ± 0,039*	0,10 ± 0,005
Rigidesa (kN/m)	10,75 ± 5,29	11,28 ± 5,50	9,02 ± 5,49
Rigidesa (BW/% estatura)	0,16 ± 0,05	0,18 ± 0,05**	0,18 ± 0,06
Altura salt (% estatura)	6,51 ± 2,43	6,11 ± 2,23*	6,12 ± 3,05

* $p < 0,05$.
** $p < 0,01$.

Document descarregat de http://www.apunts.org el 20/09/2016. Copia para l'ús personal, es prohibeix la transmissió d'aquest document per qualsevol mitjà o format.

Taula 3 Variables del test d'equilibri estàtic preintervenció, postintervenció i seguiment

Variables trajectòries del CDP	Preintervenció	Postintervenció	Seguiment
Àrea (cm^2)	82,21 ± 42,67	93,34 ± 43,72*	93,11 ± 51,64
Velocitat mitjana (cm/s)	4,1 ± 0,9	4,4 ± 1,1*	4,3 ± 1,1
Rang en X (cm)	13,8 ± 4,5	15,2 ± 4,5**	14,9 ± 5,4
Rang en Y (cm)	11,0 ± 3,0	11,6 ± 2,8*	11,5 ± 3,2

CDP: centre de pressió.
* $p < 0,05$.
** $p < 0,01$.

litzà la intervenció funcional amb subjectes sans físicament actius, dels quals hi ha mancança d'informació. Tot i que eren físicament actius, observàrem que aquesta població, després de la intervenció realitzada, millorà tant en el test de força de l'extremitat inferior com en el test d'equilibri, i aquests canvis es mantingueren 3 mesos després.

La durada de les intervencions habituals en la bibliografia amb gent gran és variada, i arriba fins als 6 mesos. En aquest estudi s'han obtingut alguns canvis significatius en els tests realitzats amb una intervenció de 8 setmanes. Silsupadol et al.[37,38] realitzaren un entrenament de 4 setmanes de marxa amb tasques cognitives a gent gran sana i obtingueren millores en la velocitat de la marxa i conclogueren que els entrenaments de doble tasca amb variació d'instruccions eren més eficaços per millorar l'equilibri.

En aquesta investigació els exercicis funcionals utilitzats foren activitats similars a les de la vida quotidiana, com ara caminar o recollir objectes de terra, i se n'incrementà la intensitat i la dificultat al llarg de la intervenció.

Tant en les intervencions amb exercicis funcionals com en els estudis sense intervenció realitzats amb gent gran, els tipus de test utilitzats més habitualment per observar els canvis són els tests de marxa[37-38,54-58].

En aquest estudi, per comptes d'incloure els tests de marxa es decidí realitzar tests específics per veure els canvis en la força funcional de les extremitats inferiors mitjançant el test CMJ. D'altra banda, es completà amb un test dels límits d'estabilitat amb la trajectòria del CDP per examinar els canvis en l'equilibri.

Després de la intervenció els participants mostraren una rigidesa significativament major (pre: 0,16 ± 0,05 BW/% estatura; post: 0,18 ± 0,005 BW/% estatura; $p < 0,01$), que es mantingué després de 3 mesos d'inactivitat, i una altura del salt menor (pre: 6,51 ± 2,43% estatura; post: 6,11 ± 2,23% estatura; $p < 0,05$). El pic de potència de la batuda (pre: 25,82 ± 5,00 W/kg; post: 25,95 ± 4,68 W/kg) tingué un augment lleuger, però no fou significatiu i no varià durant el període de seguiment. En aquesta recerca els subjectes obtingueren una altura de salt postintervenció del CMJ (0,098 ± 0,039 m) menor que els subjectes d'Izquierdo et al.[9] (0,11 ± 0,01 m), malgrat que aquests subjectes fossin més alts que els nostres participants. Però s'aconseguí una altura de salt i de pic de potència de batuda (25,95 ± 4,68 W/kg) més gran que la de la gent gran danesa de Larsen et al.[59]. S'ha observat que en la bibliografia no és habitual que es contempli el manteniment de l'efecte de la intervenció, tot i el seu interès pràctic.

Els ancians de Liu et al. (1,72 ± 0,78 kN /m)[21] presentaren una rigidesa molt menor que els participants d'aquest estudi (11,28 ± 5,50 kN/m). Això pot ser degut a què pesaven menys, ja que freqüentment els ancians asiàtics tenen un estil de vida més actiu, cosa que els facilita baixar més el centre de masses en la batuda del salt.

En comparar els subjectes d'aquest estudi amb els també ancians espanyols de l'estudi de Rodríguez-Berzal et al.[60] observem que els d'aquest estudi han obtingut valors més baixos en el pic de potència de batuda, descens en el contramoviment i altura del salt, cosa que explica que hagin mostrat una rigidesa major.

Solà et al.[61] van obtenir una altura de salt basal al CMJ (9,4 ± 4,0 cm) menor que els subjectes d'aquesta investigació (10,4 ± 4,2 cm), però comenten que després de la intervenció van trobar una reducció de l'altura de salt de 0,2 cm, mentre que en aquest estudi els participants l'han reduït 0,6 cm. Això pot ser degut a què el seu tipus d'intervenció estava més enfocat a la força de l'extremitat inferior i realitzaren molts exercicis similars al moviment del CMJ durant 24 setmanes, mentre que en aquesta intervenció es feien exercicis similars a activitats de la vida diària durant les 8 setmanes de la intervenció. A parer nostre es podrien haver obtingut millors resultats en el test del CMJ si el grup hagués estat més reduït i, d'aquesta manera, prestar més atenció a l'execució d'exercicis com ajupir-se per agafar un objecte o asseure's i aixecar-se, ja que molts d'aquests subjectes han començat a realitzar activitat física amb edat avançada i no executen els exercicis de forma prou correcta, tot i l'atenció rebuda. Per això creiem que la grandària del grup que rep una intervenció és un factor important que hauria de ser tingut en compte en estudis futurs.

En el present estudi, després de la intervenció, els subjectes van obtenir millores significatives en el test de límits d'estabilitat —la trajectòria del CDP va augmentar l'àrea (pre: 82,21 ± 42,67 cm^2; post: 93,34 ± 43,72 cm^2; $p < 0,05$)— com en el de velocitat mitjana (pre: 4,1 ± 0,9 cm/s; post: 4,4 ± 1,1 cm/s; $p < 0,05$) en el test de límits d'estabilitat. Aquests canvis es mantingueren després de 3 mesos d'inactivitat. L'augment de la velocitat permet fer correccions de forma ràpida enfront de possibles pertorbacions de l'equilibri, per la qual cosa es considera un efecte positiu.

Igual que en el present estudi, Lee i Park[62] van obtenir millores a l'àrea del test d'equilibri, malgrat que ells realitzaven una intervenció de força tradicional. Els coreans obtingueren en el test dels límits d'estabilitat una millora

Document descarregat de http://www.apunts.org el 20/09/2016. Copia para l'ús personal, es prohibeix la transmissió d'aquest document per qualsevol mitjà o format.

després de la intervenció de 31,6 cm^2, mentre que en aquesta investigació s'obtingué una millora d'11,13 cm^2. Aquesta diferència de la millora en l'àrea pot ser deguda al fet que ells realitzaven una intervenció de 12 setmanes, mentre que la d'aquest estudi fou només de 8 setmanes. A més, partien d'una àrea de preintervenció (41,7 ± 23,2 cm^2) menor (pitjor) que la dels subjectes d'aquesta recerca (82,21 ± 42,67 cm^2), per la qual cosa, com ells mateixos conclouen, la possibilitat de millora es redueix quan els subjectes presenten unes dades basals millors, com ho eren les dels nostres.

S'han realitzat molts estudis sobre els efectes de l'entrenament de força en les activitats de la vida diària de la gent gran. igual que s'han realitzat molts estudis amb intervencions d'equilibri, per tal de reduir el nombre de caigudes en aquest sector de la població. Joshua et al.[63] comparen, en el seu estudi de 6 mesos, l'efecte d'un entrenament de força, un entrenament tradicional d'equilibri i la combinació de tots dos. Van aconseguir millores significatives en l'avaluació funcional dels grups de força i combinat comparats amb el grup d'entrenament tradicional d'equilibri. Conclouen que l'entrenament de força és més efectiu per millorar els límits d'estabilitat en gent gran que l'entrenament d'equilibri tradicional, sempre que l'entrenament estigui ben estructurat, sigui progressiu, dirigit als principals músculs i estigui supervisat. La present intervenció estigué basada en un entrenament funcional de força i equilibri basat en tasques pròpies de la vida diària. Els participants van aconseguir una millora en l'àrea del test de límits d'estabilitat d'11,13 cm^2, mentre que els subjectes del sud de l'Índia, després d'una intervenció de força de 6 mesos, van obtenir en el test d'avaluació funcional una millora de 7 cm^2 en el grup d'entrenament de força i 6 cm^2 en l'entrenament combinat. Per tant, la present intervenció de tipus funcional ha mostrat que és més eficaç en la millora dels límits d'estabilitat que la d'entrenaments tradicionals de força, equilibri o combinats.

Tenint en compte el que hem exposat i pensant en les limitacions del present estudi i en l'interès de treballs futurs, creiem que caldria focalitzar més l'atenció en la millora de la força funcional de l'extremitat inferior i hauríem de realitzar també algun test funcional per avaluar l'efecte de la intervenció, com ara asseure's i aixecar-se o caminar a l'exterior.

Conclusions

Després d'haver finalitzat aquest estudi hem arribat a les conclusions següents:

• L'entrenament realitzat, dirigit a augmentar la força funcional de la gent gran físicament activa, ha incrementat els límits d'estabilitat de les trajectòries del centre de pressió i l'augment s'ha mantingut després de 3 mesos. Això significa una millora de l'equilibri del grup sotmès a intervenció.
• De cara a investigacions futures fora interessant treballar amb grups més reduïts, per poder-los oferir una atenció més personalitzada durant l'entrenament. Creiem que així el canvis, després de la intervenció, podrien ser majors.

Finançament

Aquest projecte ha estat finançat pel Consejo Superior de Deportes, referència 089 UPB10/12 (2012).

El projecte també comptà amb el suport, en forma de material esportiu, de Decathlon, Toledo.

Conflicte d'interessos

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

Agraïments

Agraïm la col·laboració de l'Ajuntament de Getafe (Madrid), del Polideportivo Cerro Buenavista de Getafe (Madrid) i de tots els participants a l'estudi.

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. New South Wales Public Health Bulletin. 2011;22(3-4):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. Missouri Medicine. 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. Lim J-Y, Jang S-N, Park W-B, Oh MK, Kang EK, Paik N-J. Association between exercise and fear of falling in community-dwelling elderly Koreans: Results of a cross-sectional public opinion survey. Arch Phys Med Rehabil. 2011;92:954-9.
5. Rodríguez-Berzal E, Alegre L, Ara I, Aguado X. Entrenamientos funcionales frente a específicos en la prevención de caídas en las personas mayores. Apunts Med Esport. 2013;48:153-64.
6. McAuley E, Mihalko SL, Rosengren K. Self-efficacy and balance correlates of fear of falling in the elderly / Corrélation entre la confiance en soi, l'équilibre et la peur de tomber chez les personnes âgées. J Aging Phys Act. 1997;5:329-40.
7. 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.
8. Perhonen M, Komi PV, Hakkinen K, von Bonsdorff H, Partio E. Strength training and neuromuscular function in elderly people with total knee endoprosthesis. Scan J Med Sci Sports. 1992; 2:234-43.
9. 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 Occup Physiol. 1999;79:260-7.
10. Porter MM, Vandervoort AA, Lexell J. Aging of human muscle: Structure, function and adaptability. Scand J Med Sci Sports. 1995;5:129-42.
11. Topp R, Mikesky A, Bawel K. Developing a strength training program for older adults: Planning, programming, and potential outcomes. Rehabil Nurs. 1994;19:266.
12. Treuth MS, Ryan AS, Pratley RE, Rubin MA, Miller JP, Nicklas BJ, et al. Effects of strength training on total and regional body composition in older men. J Appl Physiol. 1994;77:614-20.

Document descarregat de http://www.apunts.org el 20/09/2016. Copia para l'ús personal, es prohibeix la transmissió d'aquest document per qualsevol mitjà o format.

13. Hakkinen K, Pastinen UM, Karsikas R, Linnamo V. Neuromuscular performance in voluntary bilateral and unilateral contraction and during electrical stimulation in men at different ages / Performance neuromusculaire lors d'une contraction bilatérale ou unilatérale volontaire et lors d'une stimulation électrique chez des hommes de différents âges. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1995;70:518-27.
14. Häkkinen K, Kraemer WJ, Kallinen M, Linnamo V, Pastinen UM, Newton RU. Bilateral and unilateral neuromuscular function and muscle cross-sectional area in middle-aged and elderly men and women. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 1996;51: B21-B29.
15. 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.
16. Graafmans WC, Lips P, Wijlhuizen GJ, Pluijm SM, Bouter LM. Daily physical activity and the use of a walking aid in relation to falls in elderly people in a residential care setting. Z Gerontol Geriatr. 2003;36:23-8.
17. 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 Syst Rev (Online). 2009;2:CD007146.
18. 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 Syst Rev (Online). 2012;9:CD007146.
19. Hakkinen K, Kallinen M, Linnamo V, Pastinen UM, Newton RU, Kraemer WJ. Neuromuscular adaptations during bilateral versus unilateral strength training in middle-aged and elderly men and women / Adaptations neuromusculaires au cours d'un entrainement de force unilatéral ou bilatéral chez des hommes et des femmes adultes d'âge moyen et âgés. Acta Physio Scand. 1996;158:77-88.
20. Wang LI. The kinetics and stiffness characteristics of the lower extremity in older adults during vertical jumping. J Sports Sci Med. 2008;7:379-86.
21. Liu Y, Peng C-H, Wei S-H, Chi J-C, Tsai F-R, Chen J-Y. Active leg stiffness and energy stored in the muscles during maximal counter movement jump in the aged. J Electromyogr Kinesiol. 2006;16:342-51.
22. Izquierdo M, Ibáñez J, Gorostiaga E, Garrues M, Zúñiga A, Antón A, et al. Maximal strength and power characteristics in isometric and dynamic actions of the upper and lower extremities in middle-aged and older men. Acta Physiol Scand. 1999;167:57-68.
23. Batista FS, Gomes GAdO, d'Elboux MJ, Cintra FA, Neri AL, Guariento ME, et al. Relationship between lower-limb muscle strength and functional independence among elderly people according to frailty criteria: A cross-sectional study. Sao Paulo Med J. 2014;132:282-9.
24. 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.
25. Orr R, Raymond A, Singh MF. Efficacy of progressive resistance training on balance performance in older adults. Sports Med. 2008;38:317-43.
26. Hunter GR, McCarthy JP, Bamman MM. Effects of resistance training on older adults. Sports Med. 2004;34:329-48.
27. Winter DA. Human balance and posture control during standingand walking. Gait Posture. 1995;3:193-214.
28. Horak FB, Shupert CL, Mirka A. Components of postural dyscontrol in the elderly: A review. Neurobiol Aging. 1989;10:727-38.
29. Davis JC, Donaldson MG, Ashe MC, Khan KM. The role of balance and agility training in fall reduction. A comprehensive review. Europa Medicophysica. 2004;40:211-21.
30. 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.
31. 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.
32. Leslie M, St Pierre RW. An integrated risk assessment approach to fall prevention among community-dwelling elderly. Am J Health Stud. 1999;15:57.
33. Klein DA, Stone WJ, Phillips WT, Gangi J, Hartman S. PNF training and physical function in assisted-living older adults / Entrainement à l'aisance neuromusculaire proprioceptive et fonction physique chez des adultes âgés et assistés. J Aging Phys Act. 2002;10:476-88.
34. Zakas A, Balaska P, Grammatikopoulou MG, Zakas N, Vergou A. Acute effects of stretching duration on the range of motion of elderly women. J Bodyw Mov Ther. 2005;9:270-6.
35. 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. S Afr J Res Sport PH. 2011;33:1-9.
36. 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.
37. Silsupadol P, Shumway-Cook A, Lugade V, van Donkelaar P, Chou L-S, Mayr U, et al. Effects of single-task versus dual-tasktraining on balance performance in older adults: A double-blind, randomized controlled trial. Arch Phys Med Rehabil. 2009;90: 381-7.
38. 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.
39. 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.
40. 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.
41. Fleuren MAH, Vrijkotte S, Jans MP, Pin R, van Hespen 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.
42. 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.
43. García-García FJ, Larrión Zugasti JL, Rodríguez Mañas L. Frailty: A phenotype under review. Gac Sanit. 2011;25 Suppl 2:51-8.
44. 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.
45. Garcia-Garcia FJ, Gutierrez Avila G, Alfaro-Acha A, Amor Andres MS, de Los Angeles de La Torre Lanza M, Escribano Aparicio MV, et al. The prevalence of frailty syndrome in an older population from Spain. The Toledo study for healthy aging. J Nutr Health Aging. 2011;15:852-6.
46. 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.
47. Brauer SG, Morris ME. Can people with Parkinson's disease improve dual tasking when walking? Gait & Posture. 2010;31:229-33.
48. Karamanidis K, Arampatzis A, Mademli L. Age-related deficit in dynamic stability control after forward falls is affected by mus-

Document descarregat de http://www.apunts.org el 20/09/2016. Copia para l'ús personal, es prohibeix la transmissió d'aquest document per qualsevol mitjà o format.

cle strength and tendon stiffness. J Electromyogr Kinesiol. 2008;18:980-9.
49. 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.
50. 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;58:46-61.
51. 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.
52. Rogers MW, Tamulevicius N, Coetsee MF, Curry BF, Semple SJ. Knee osteoarthritis and the efficacy of kinesthesia, balance & agility exercise training: A pilot study. Int J Exerc Sci. 2011;4: 122-32.
53. 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. Scan J Med Sci Sports. 2008;18: 31-9.
54. 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.
55. 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.
56. Stergiou N, Giakas G, Byrne JE, Pomeroy V. Frequency domain characteristics of ground reaction forces during walking of young and elderly females. Clin Biomech. 2002;17:615-7.
57. Helbostad JL, Moe-Nilssen R. The effect of gait speed on lateral balance control during walking in healthy elderly. Gait Posture. 2003;18:27.
58. 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.
59. Larsen AH, Sorensen H, Puggaard L, Aagaard P. Biomechanical determinants of maximal stair climbing capacity in healthy elderly women. Scan J Med Sci Sports. 2009;19:678-86.
60. Rodríguez-Berzal E, Ara I, Mata E, Aguado X. Capacidad de salto y equilibrio en jóvenes y ancianos físicamente activos. Apunts Med Esport. 2012;47:83-9.
61. Solà M, López JL, Valero O. Efecto de 24 semanas de entrenamiento de fuerza a moderada-alta intensidad en ancianos. Rev Esp Geriatr Gerontol. 2014;49:115-20.
62. Lee I, Park S. Balance improvement by strength training for the elderly. J Phys Ther Sci. 2013;25:1591-3.
63. Joshua A, d'Souza V, Unnikrishanan B, Mithra P, Kamath A, Acharya V, et al. Effectiveness of progressive resistance strength training versus traditional balance exercise in improving balance among the elderly. A randomised controlled trial. J Clin Diagn Res. 2014;8:98-102.