



Darjan Smajla,

Meta Rovar, Kaja Perne, Vojko Strojnik, Katja Tomažin, Petra Prevc

Model vadbe mišične hipertrofije in njegovi učinki na nekatere spremenljivke ravnotežja pri aktivnih starejših

Workout model of muscle hypertrophy and effects on some characteristics of balance in active seniors

Izvleček

Želeli smo ugotoviti, ali je mogoče z vadbo moči na napravah povečati mišično moč in izboljšati ravnotežje pri že aktivnih starejših. V raziskavi je sodelovalo 15 vadečih ($65 \pm 4,6$ let, $160,45 \pm 8$ cm, $68,74 \pm 11$ kg), ki so predhodno obiskovali različne vadbene programe vsaj dvakrat tedensko. Skupina je osem tednov dvakrat tedensko izvajala vadbo hipertrofije na vadbenih napravah za moč. Vadba je vključevala mišice spodnjih okončin in trupa. Pred in po vadbenem obdobju smo opravili izbrane teste moči in ravnotežja. Rezultati so pokazali statistično značilno izboljšanje največjega navora odmikalk kolka, iztegovalk gležnja in iztegovalk nog. Pri funkcionalnih dosegih so se statistično značilno izboljšali rezultati v vseh testih, razen v funkcionalnemu dosegu z rokami. Med stojo na mehki podlagi je prišlo do značilno manjšega gibanja središča pritiska na podlago. Ugotavljamo, da je vadba za moč pri starejših aktivnih osebah pomembno izboljšala ravnotežje in da moč predstavlja pomemben dejavnik ravnotežja tudi pri teh osebah.

Ključne besede: vadba za moč, starostniki, ravnotežje, mišična moč.

Abstract

The purpose of study was to determine whether a resistance training on fitness machines could increase muscle strength and improve balance in already active seniors. Fifteen persons older than 65 years ($65 \pm 4,6$ let, $160,45 \pm 8$ cm, $68,74 \pm 11$ kg) volunteered in the study. They were participated in different supervised exercise programs at least twice per week prior the study. The training group met twice weekly for 8 weeks for training on fitness machines. Hypertrophy based strength training was designed to strengthen the muscles of the legs and body (core). Different strength and balance test were measured before and after training period. The results of the strength tests after training period showed statistically significant improvements in maximum torques of hip abductors, ankle extensors, and leg extensors. Results in functional reach tests significantly improved except in functional arm reach. During soft surface stance, statistically significant smaller movement of center of pressure was recorded. It was concluded that strength training on training machines can improve muscle strength in already physically active older persons. Strength is important for better balance also in this group of older persons.

Key words: strength training, seniors, balance, muscle strength.

■ Uvod

Staranje je biološki proces, ki se kaže kot postopno slabšanje fizioloških funkcij organizma, zmanjševanje sposobnosti vzdrževanja ravnovesja v telesu in povečanje občutljivosti na spremembe. S staranjem povezane živčno-mišične spremembe vplivajo na upad mišične moči, ki posledično vplivajo tudi na ravnotežje in hojo.

Moč spodnjih okončin in ravnotežne sposobnosti se kažejo kot pomembni dejavniki za nemoteno opravljanje vsakodnevnih aktivnosti in ohranjanje samostojnosti v starosti (Lee, Kang, Lee in Oh, 2015; Ponce-Bravo, Ponce, Feriche in Padial, 2015). Z vadbo lahko upočasnimo degenerativne procese staranja in tako pripomoremo k ohranjanju kvalitete življenja v starosti. Znano

je, da tudi osebe nad 60 let z vadbo z relativno visokimi bremenmi (60–85 % največjega bremena) lahko izboljšajo mišično moč, kar se zgodi zaradi povečanja mišične mase in nivoja aktivacije (Mayer, Scharhag-Rosenberger, Carlssohn, Cassel, Müller in Scharhag, 2011). Številne študije so proučevale vpliv moči na statično in dinamično ravnotežje pri starostnikih (Lee in Park, 2013; Muehlbauer, Gollhofer in Granacher, 2015; Orr idr., 2006) in ugotovile, da staranje vpliva na povezanost komponent ravnotežja in moči spodnjih okončin in da je izboljšanje mišične moči povezano z izboljšanjem ravnotežja.

Kljub tem ugotovitvam optimalni model vadbe za moč, ki bi izboljšal ravnotežje, še ni poznan. Zaradi tega smo preizkusili naš model vadbe in poskušali ugotoviti, ali specifična vadba za mišič-

no maso na vadbenih napravah izboljša izvedbo nalog statičnega in dinamičnega ravnotežja pri aktivnih starejših. V primerjavi s prej omenjenimi raziskavami smo v vadbeni model vključili še mišice trupa, ki so prav tako pomembne za vzdrževanje in vzpostavljanje ravnotežja.

Metode

Vzorec merjencev

V raziskavi je sodelovalo 15 vadečih ($65 \pm 4,6$ let, $160,45 \pm 8$ cm, $68,74 \pm 11$ kg), ki so predhodno obiskovali različne vadbene programe vsaj dvakrat tedensko. V analizo smo vključili tiste, ki so se vadbe udeležili več kot sedemkrat, kar predstavlja 50 % vseh vadbenih enot (14 žensk in 1 moški). Vsi merjenci so sodelovali prostovoljno in so podpisali informirani pristanek v skladu s Helsinško-tokijsko deklaracijo.

Postopek in pripomočki

Pred začetkom vadbe za moč so bile izvedene uvodne meritve, ki so vsebovale antropometrijske meritve, teste dinamičnega in statičnega ravnotežja in teste moči. Pri antropometrijskih meritvah smo izmerili telesno maso, telesno višino, dolžino roke in dolžino noge vadečih.

Testi statičnega ravnotežja so vsebovali paralelno stoji na tenziometrijski plošči na trdni in mehki podlagi z odprtimi očmi. Za mehko podlago smo uporabili ravnotežno blazino (Airex Balance Pad Elite, Švica). V stoji smo izmerili skupno hitrost gibanja središča pritiska (SP) na podlago (mm/s), hitrost gibanja SP v anterio-posteriorni (AP) smeri (mm/s) in medialno-lateralni (ML) smeri (mm/s), povprečno amplitudo gibanja (mm) SP v AP smeri in ML smeri.

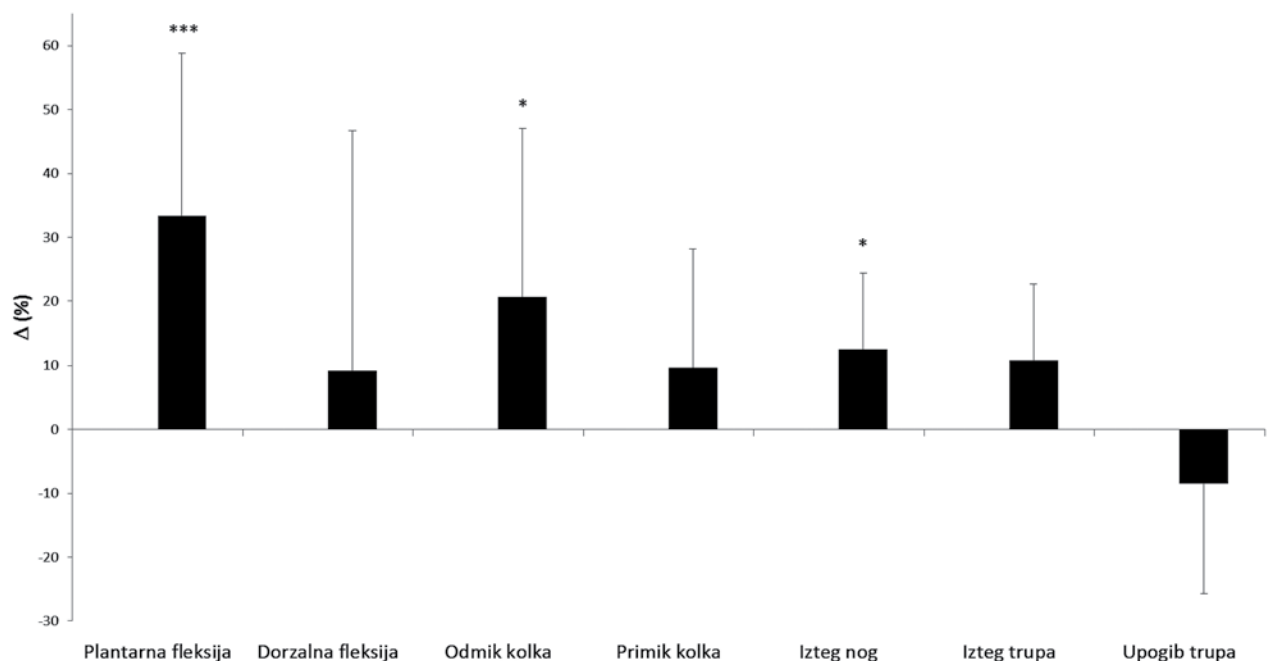
Teste dinamičnega ravnotežja so sestavljali funkcionalni dosegi z roko (naprej) in z nogo (v vse smeri) ter test štirih kvadratov. Pri testu dosega z nogo (sposobnost ohranjanja ravnotežja na eni

nogi med doseganjem razdalje z drugo nogo) smo izmerili maksimalno doseženo razdaljo, ki je bila normalizirana glede na dolžino noge (Gribble in Hertel, 2003). Oceno AP stabilnosti smo izmerili s funkcionalnim dosegom z rokami, pri katerem smo merili najdaljšo razdaljo, ki jo lahko oseba doseže z iztegnjenimi rokami, ne da bi premaknila stopala. Izračunana je bila razlika med končnim in začetnim položajem najbolj distalnega dela prstov v centimetrih (Behrman idr., 2002), upoštevana je bila povprečna vrednost štirih ponovitev, normalizirana na dolžino roke (%). Dinamično ravnotežje smo ocenili tudi s pomočjo testa štirih kvadratov, pri katerem smo merili čas izvedbe testa (s) (Sonc in Rugelj, 2014). Za oceno moči smo izmerili največji izometrični navor (Nm) iztegovalk nog, iztegovalk in upogibalk gležnja, iztegovalk in upogibalk trupa ter odmikalk in primikalk kolka.

Po prvem testiranju so vadeči začeli z vadbo moči z obremenitvami, tipičnimi za povečanje mišične mase, ki so jo izvajali na vadbenih napravah v trajanju od 8 tednov. Po vadbi pa smo izvedli zaključno testiranje, ki je vključevalo enako zaporedje in izvedbo testnih meritev.

Vadba

Vadeči, ki so obiskovali fitness, so bili zaradi lažje organizacije razdeljeni v dve skupini. Vadba na napravah je potekala dvakrat tedensko po 1 uro. V uvodnem delu vadbene enote je potekalo dinamično ogrevanje. Glavni del vadbe je bil sestavljen iz iztega hrbta sede na napravi za izteg hrbta, iztega nog v nožni preši, upogiba levega in desnega stopala preko škripca v sedečem položaju, odmika in primika leve ter desne noge v stoji preko škripca in dviga na prste sede na trenažerju. Vadeči so pri omenjenih vajah izvajali tekoče koncentrične ponovitve. Zasuka trupa v desno in levo stran sede na trenažerju pa so izvajali s pomočjo izometričnih kontrakcij (30 s). Vadba je torej vsebovala enajst vaj (Tabela 1), če upoštevamo vaje za levo in desno stran telesa posebej. Določitev bremena je bila med 60 in 80 % največjega bremena. Pri obremenitvah do 60



Slika 1. Relativne spremembe pri največjih hotenih mišičnih napreznjih po vadbi (* $p < 0,05$, *** $p < 0,001$).



Tabela 1

Vaje in glavne delujoče mišične skupine, ki so bile vključene na vadbeni enoti

Vaja	Glavne delujoče mišične skupine
Iztegovanje nog v preši (TechnoGym, Italija)	Iztegovalke nog
Plantarna fleksija sede na trenažerju – dvig na prste v vodilih (TechnoGym, Italija)	Iztegovalke gležnja
Dorzalna fleksija sede – škripec (TechnoGym, Italija)	Upogibalke gležnja
Odmik v kolku stoje – škripec (TechnoGym, Italija)	Odmikalke kolka
Primik v kolku stoje – škripec	Primikalke kolka
Rotacija trupa sede – trenažer (TechnoGym, Italija)	Obračalke trupa
Izteg trupa sede – trenažer (TechnoGym, Italija)	Iztegovalke trupa

Tabela 2

Značilnosti in stopnjevanje obremenitve pri tekočih koncentričnih kontrakcijah

Teden	Breme (% 1RM)	Št. pon.	Št. ser.	Ciklus (min)	Odmor (min)	RPE ob koncu serije
Test	Merjenje 1RM					
1	60	13–15	2	2	2–3	7
2	60	13–15	2	2	2–3	8
3	70	10–12	2	2	2–3	9
4	70	10–12	2	2	2–3	10
5	70	10–12	2	2	2–3	10
6	75	10–12	2	2	2–3	10
7	75	10–12	2	2	2–3	10
8	80	10–12	2	2	2–3	10

% 1 RM so izvajali 13 do 15 ponovitev, ob povečevanju bremena pa 10 do 12 ponovitev v dveh serijah. Odmori med dvema serijama so trajali dve do tri minute, prav tako tudi odmori med vajami. Na koncu vadbe je sledila kratka umiritev in raztezanje na vadbi aktivnih mišic.

V Tabeli 2 lahko vidimo relativna bremena, število ponovitev, serij in trajanje ciklusa ter odmora med nalogami pri tekočih koncentričnih kontrakcijah. Prikazano je tudi predvideno stopnjevanje obremenitve oz. periodizacija.

Stopnjevanje, bremena, število ponovitev, serij in trajanje ciklusa ter odmora med nalogami in izvajanje izometričnih kontrakcij je predstavljeno v Tabeli 3. Prikazano je tudi predvideno stopnjevanje obremenitve v času trajanja vadbe.

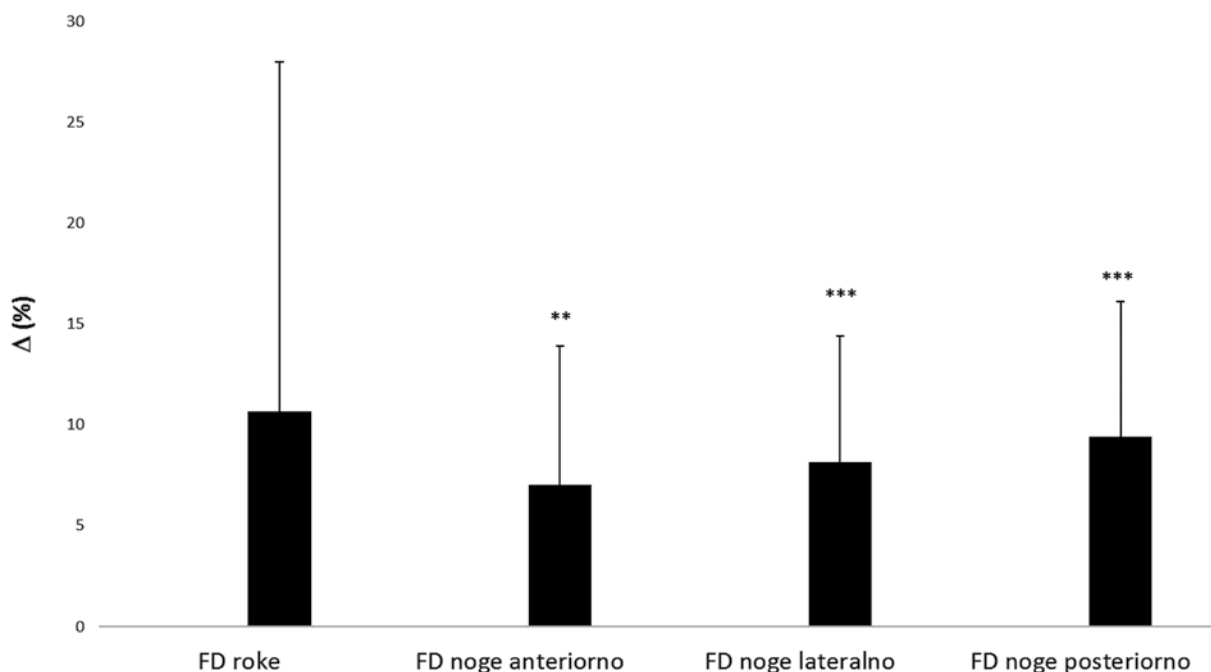
Metode obdelave podatkov

Za vse obravnavane spremenljivke smo izračunali osnovne statistične parametre in preverili normalnost porazdelitve. Razlike

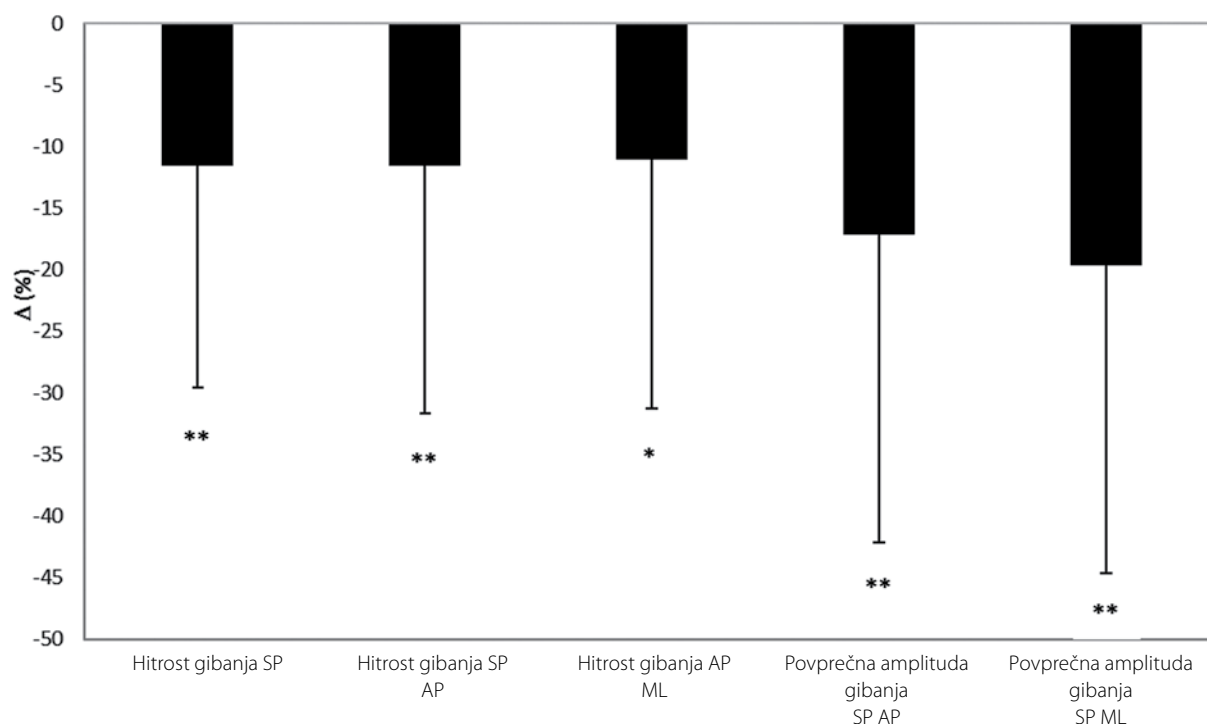
Tabela 3

Značilnosti in stopnjevanje obremenitve pri izometričnih kontrakcijah

Teden	Trajanje (s)	Št. serij	Ciklus (min)	Odmor (min)	RPE ob koncu serije
1	30	2	1	2–3	7
2	30	2	1	2–3	8
3	30	2	1	2–3	9
4	30	2	1	2–3	10
5	30	3	1	2–3	10
6	30	3	1	2–3	10
7	30	3	1	2–3	10
8	30	3	1	2–3	10



Slika 2. Relativne spremembe pri funkcionalnih dosegih (FD) z roko in nogo po vadbi (**p < 0,01, ***p < 0,001).



Slika 3. Relativne spremembe pri stoji sonožno na mehki podlagi (*p < 0,05, **p < 0,01).

pred vadbo in po njej smo izračunali s pomočjo analize variance za ponavljajoče meritve. Povezanost med relativnimi spremembami merjenih spremenljivk moči in ravnotežja smo računali s Pearsonovim koeficientom korelacije. Za vse uporabljene statistične teste je bila značilnost sprejeta pri $p < 0,05$ pri dvosmernem testiranju. Za obdelavo podatkov je bil uporabljen statistični program (SPSS, 23.0, IBM, ZDA).

Rezultati

Slika 1 prikazuje relativne spremembe največjih hotenih mišičnih naprežanj po vadbi moči glede na začetno stanje. Lahko opazimo, da se pri vadečih nakazuje napredek v skoraj vseh merjenih testih moči, vendar so statistično značilen napredek dosegli pri treh od sedmih testov. Največji statistično značilen napredek ($p < 0,001$)

je bil dosežen pri plantarni fleksiji (iztegovalke gležnja), ki je pred vadbo znašal 70 ± 16 Nm, po vadbi pa 92 ± 25 Nm. Pri dorzalni fleksiji je bila začetna povprečna vrednost skupine 25 ± 7 Nm, po vadbi pa 27 ± 5 Nm ($p > 0,05$). Največji navor odmikalk kolka je pred vadbo povprečno znašal 86 ± 27 Nm in so ga vadeči statistično značilno izboljšali ($p < 0,05$) na 103 ± 29 Nm. Pri primiku kolka in iztegu trupa napredek ni bil dovolj velik za statistično značilno izboljšanje. Statistično značilen napredek je bil opazen še pri iztegu nog (iz 1125 ± 324 Nm na 1263 ± 400 Nm, $p < 0,01$), medtem ko se je navor pri upogibu trupa zmanjšal (iz 136 ± 53 Nm na 125 ± 47 Nm), vendar ne statistično značilno.

Vpliv vadbe moči je bil opazen tudi pri dinamičnem ravnotežju oz. testih funkcionalnih dosegov in testu štirih kvadratov. Na Sliki 2 so prikazane relativne spremembe pri funkcionalnih dosegih (FD) z roko in nogo po vadbi. Največji hoteni funkcionalni doseg z roko je pred vadbo znašal 38 ± 5 % dolžine roke, po vadbi pa 42 ± 9 %, spremembe niso bile statistično značilne. Pri funkcionalnih dosegih z nogo so vadeči statistično značilno napredovali v vseh treh smereh. V anteriorni smeri so se rezultati iz 68 ± 9 % dolžine noge izboljšali na 73 ± 10 % dolžine noge ($p < 0,01$). Funkcionalni doseg z nogo v lateralni smeri je pred vadbo znašal 71 ± 10 %, po vadbi pa 77 ± 11 % ($p < 0,001$). Podobno se je zgodilo tudi pri funkcionalnem dosegu z nogo posteriorno, pri katerem je bil povprečni rezultat pred vadbo 73 ± 10 %, po vadbi pa 83 ± 10 % napredek ($p < 0,001$). Vadeči so statistično značilno napredovali tudi pri testu štirih kvadratov ($p < 0,001$). Pred vadbo je povprečen rezultat znašal $7,6 \pm 1,5$ sekund, po vadbi pa $6,4 \pm 0,9$ sekund, kar pomeni 19 % relativni napredek.

Pri stoji sonožno na trdi podlagi so bile vse spremembe v smeri izboljšanja, vendar brez statistično značilnih razlik. Hitrost gibanja SP so vadeči zmanjšali iz $21,8 \pm 6$ mm/s na $19,7 \pm 4,6$ mm/s, v AP smeri so hitrost gibanja SP zmanjšali iz $11,7 \pm 2,6$ mm/s na $10,6 \pm 2,6$ mm/s, v ML smeri pa iz $15,9 \pm 5,0$ mm/s na $14,4 \pm 3,6$ mm/s. Izboljšanje rezultata se kaže tudi pri povprečni amplitudi gibanja SP v AP (iz $2,1 \pm 0,9$ mm na $1,8 \pm 0,9$ mm) in v povprečni amplitudi gibanja SP v ML (iz $2,5 \pm 1,7$ mm na $2,2 \pm 1,0$ mm).

Pri stoji sonožno na mehki podlagi (Slika 3) so vadeči statistično značilno napredovali v vseh parametrih. Hitrost celotnega gibanja SP so iz $39,9 \pm 14$ mm/s zmanjšali na $34,9 \pm 11$ mm/s ($p < 0,01$), v AP smeri iz $23,2 \pm 8$ mm/s na $20,4 \pm 6$ mm/s ($p < 0,01$) in v ML iz $27,6 \pm 10$ mm/s na 24 ± 7 mm/s ($p < 0,05$). Največji napredek je viden pri povprečni amplitudi gibanja SP v ML (iz $6,5 \pm 5$ mm na $5,2 \pm 3$ mm, $p < 0,01$) in povprečni amplitudi gibanja SP v AP smeri (iz $6,6 \pm 3$ mm na $5,4 \pm 3$ mm, $p < 0,01$).

Pri ugotavljanju povezanosti med spremembami v testih moči in ravnotežja po vadbi so se statistično značilne povezanosti pokazale med relativno spremembo največje sile iztegovalk nog in relativno spremembo dolžine funkcionalnega dosega z nogo naprej ($r = 0,570$; $p < 0,05$), med relativno spremembo največje hotene sile iztegovalk nog in relativno spremembo hitrosti gibanja središča pritiska med stojo na mehki podlagi ($r = -0,810$; $p < 0,001$) ter med relativno spremembo največjega hotenega navora iztegovalk trupa in spremembo hitrosti gibanja središča pritiska med stojo na mehki podlagi ($r = -0,545$; $p < 0,05$).

Razprava

Vadba na napravah je povzročila značilno povečanje največjega hotenega naprežanja iztegovalk nog, iztegovalk gležnja in odmi-

kalk kolka. Prirastek v razvoju sile po začetnem obdobju vadbe (po prvih 4 tednih) je bil povezan z mehanizmi rekrutacije, frekvenčne modulacije in sinhronizacije sproženja akcijskih potencialov oz. z višjem nivojem aktivacije mišice, kasneje pa zaradi povečanja mišične mase. Znano je, da lahko že z 8-tedensko vadbo za moč (2–3 x na teden), ki vsebuje 8–12 ponovitev vsake vaje (70–85 % 1RM) v treh serijah povečamo mišično maso pri starejših osebah (Mayer idr., 2011). V naši raziskavi so bile uporabljene podobne obremenitve, zato lahko sklepamo, da se je povečanje moči zgodilo tudi na račun hipertrofije. Tudi druge raziskave, ki so izvajale vadbo za moč v podobnih pogojih, poročajo o povečanju navora spodnjih okončin. Eckart (2016) navaja 14 % izboljšanje moči spodnjih ekstremitet po 10 tedenskem treningu, medtem ko Padilha idr. (2015) poročajo o 18,4 % povečanju moči iztegovalk nog po 12 tedenskem treningu, kar je podobno kot v našem primeru.

Vzroki, da vadeči niso značilno napredovali v vseh izmerjenih testih moči, so lahko različni. Eden od razlogov je predstavljala tehnika izvedbe vaj in določitev največjega bremena, ki ga posameznik lahko dvigne, ker je bila maksimalna izvedba vaj pri nekaterih vadečih vprašljiva. Kljub stalnemu nadzoru vadbe, so lahko vadeči vaje izvajali tako, da so ob izvedbi vključevali še druge mišice in si tako olajševali vajo, saj vse vaje niso bile popolnoma izolirane. Nekateri udeleženci vaj niso izvajali z ustrezno obremenitvijo zaradi strahu pred poškodbami. Tudi na meritvah je najbrž prišlo do zadrževanja, čeprav so bili opozorjeni, da morajo meritve opraviti maksimalno. Drugi razlog je lahko tudi dolžina odmora med posameznimi serijami. Borde idr. (2015) navajajo, da je trajanje počitka med serijami pomembno, saj temelji na različnih metabolnih in hormonskih odzivih. Naš počitek je bil nekoliko daljši (2–3 minute) od priporočljivega (1–2 min), zaradi česa smo lahko izgubili dražljaj, ki bi pomembno vplival na mišične mehanizme pomembne za razvoj največje sile.

Rezultat funkcionalnega dosega z roko, ki je narejen za ocenjevanje anteriorno-posteriorne stabilnosti, se ni statistično spremenil, čeprav se kaže tendenca napredka (11 %). Izboljšanje rezultata verjetno lahko pripišemo povečanju mišične moči iztegovalk nog in gležnja, saj omenjene mišice kontrolirajo pomike težišča v anteriorno-posteriorni smeri. Razlago potrjuje tudi izračunana korelacija med relativno spremembo največje hotene sile iztegovalk nog in relativno spremembo hitrosti gibanja središča pritiska med stojo na mehki podlagi. Mišice na ta način stabilizirajo držo in omogočijo, da se preizkušanci lahko nagnejo dlje naprej. Pri izvajanju testa doseg naprej je mogoče uporabiti različne strategije. Waroquier-Leroy idr., (2014) navajajo, da starejši pri tem testu bolj uporabljajo strategijo kolka glede na mlajše, ki v večji meri uporabljajo strategijo gležnja. Test je tudi dober pokazatelj za nevarnost padcev v starosti. Behram idr. (2002) navajajo, da so osebe, ki imajo manjši doseg od 25,4 cm, bolj dovzetne za padec. Povprečje naše skupine je znašalo okrog 30 cm, kar pomeni, da niso v kritični skupini za možen padec.

Pri testih funkcionalnih dosegov z nogo je bila ocenjena sposobnost ohranjanja ravnotežja na eni nogi med doseganjem razdalje z drugo nogo (Gribble in Hertel, 2003). Po treningu moči je prišlo do statistično značilnih sprememb v anteriorni, lateralni in posteriorni smeri. Test funkcionalnega dosega z nogo ni odvisen samo od mehanizmov nadzora in upravljanja ravnotežja, temveč tudi od moči iztegovalk mišic nog in trupa (Kahle in Tevald, 2014). To lahko povežemo tudi z našimi rezultati, saj so se statistično značilno povečali največji navor iztegovalk nog, pri iztegovalkah hrb-

ta pa se je pokazal tendenca izboljšanja moči. Posledica tega je boljša stabilizacija trupa in stojne noge, kar je omogočilo večjo stabilnost med doseganjem z drugo nogo.

S pomočjo testa štirih kvadratov, ki je veljaven in zanesljiv test, smo ocenjevali agilnost, zmožnost prenašanja teže, spreminjana smeri in stopanja preko ovir. Test ima tudi poudarjeno kognitivno komponento, saj mora oseba ob koncu enega kroga spremeniti smer in se vrniti v izhodiščni položaj (Rugelj, Tomšič, Ovca in Sevšek, 2009). Do izboljšave rezultatov testa je lahko prišlo zaradi učinkov povečanja moči, pa tudi zaradi procesa učenja.

Kot mera statičnega ravnotežja je bila uporabljena analiza gibanja središča pritiska med stojo. Največje razlike so se pojavile pri stoju na mehki podlagi. Po treningu so se znižale skupna hitrost premika središča pritiska na podlago, hitrost premika središča pritiska v AP smeri kot tudi v ML smeri in v povprečni amplitudi gibanja središča pritiska v obe smeri. Menimo, da so se značilne spremembe na mehki podlagi lahko pojavile zato, ker je na nestabilni podlagi potrebna veliko večja stabilizacija sklepov nog in trupa kot pa na trdni podlagi. Vadeči so med stojo najverjetneje poskušali povečati togost celega telesa s hkratnim aktiviranjem iztegovalke trupa in nog ter s tem zmanjšati odklik telesa iz ravnotežnega položaja. Izračunana povezanost nakazuje, da so vadeči, ki so bolj povečali največji hoteno navor iztegovalke nog in trupa, bolj zmanjšali hitrost gibanja SP med mirno stojo na mehki podlagi. Zaradi učinkov vadbe se je tako najverjetneje izboljšala sposobnost stabilizacije sklepov in mišične koaktivacije, ki so vplivali na manjše gibanje središča pritiska med stojo. Manjše nihanje središča pritiska je pomembno pri starejših osebah, še posebej v ML smeri, ker preprečujejo zdrse in s tem tudi padce (Lizama idr., 2015).

Vzroke, da uporabljena vadba moči ni izboljšala vseh parametrov ravnotežja, je mogoče iskati v razlikah v delovanju živčno-mišičnega sistema pri posameznih nalogah. Čeprav se za ravnotežje in moč uporabljajo podobni nevrofiziološki mehanizmi, ti delujejo specifično za vsakega posebej oziroma se poslužujejo različnih vzorcev delovanja. Muehlbauer idr. (2015) so ugotovili, da vadba ravnotežja ne vpliva na mišično moč in obratno. Ugotovili so, da je za izboljšanje ravnotežja poleg vadbe moči potrebna tudi vadba ravnotežja.

Pomanjkljivost te študije je v majhnem in homogenem (večinoma ženski spol) vzorcu vadečih ter odsotnosti kontrolne skupine, čeprav v tako kratkem času ni za pričakovati bistvenih sprememb v moči in ravnotežju ob ohranjanju redne telesne aktivnosti. Omejitveni dejavnik je predstavljala tudi tehnika izvedbe vaj pri nekaterih vadečih in neupoštevanje plana povečevanja bremena zaradi strahu pred poškodbami.

■ Zaključek

Po zaključku raziskave lahko povzamemo, da je imela uporabljena vadba za moč pozitivne učinke na rezultate moči, statičnega in dinamičnega ravnotežja pri osebah, ki so telesno aktivne. Rezultati so pokazali, da je za ohranjanje dobrega ravnotežja in telesne drže potrebna mišična moč. Vadba za mišično moč in ravnotežje je v tem življenjskem obdobju smiselna, saj lahko učinkovito zmanjša število padcev in poškodb ter tako ohranja kvaliteto življenja.

■ Literatura

- Behrman, A. L., Light, K. E., Flynn, S. M. in Thigpen, M. T. (2002). Is the Functional Reach Test Useful for Identifying Falls Risk Among Individuals With Parkinson's Disease. *Arch Phys Med Rehabil*, 83(4), 538–542.
- Behrman, A. L., Light, K. E., Flynn, S. M. in Thigpen, M. T. (2002). Is the Functional Reach Test Useful for Identifying Falls Risk Among Individuals With Parkinson's Disease. *Arch Phys Med Rehabil*, 83(4), 538–542.
- Borde, R., Hortobágyi, T. in Granacher, U. (2015). Dose-response relationships of resistance training in healthy old adults: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med*, 45, 1693–1720.
- Eckardt, N. (2016). Lower-extremity resistance training on unstable surfaces improves proxies of muscle strength, power and balance in healthy older adults: a randomised control trial. *BMC Geriatrics*, 16(1), 191–205.
- Gribble, P. A. in Hertel, J. (2003). Considerations for Normalizing Measures of the Star Excursion Balance Test. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 7(2), 89–100.
- Kahle, N. in Tevald, M. A. (2014). Core muscle strengthening improves improvement of balance performance in community-dwelling older adults: a pilot study. *J Aging Phys Act*, 22(1), 65–73.
- Lee, D. K., Kang, M. H., Lee, T. S. in Oh, J. S. (2015). Relationships among the Y balance test, Berg balance scale, and lower limb strength in middle-aged and older females. *Braz J Phys Ther*, 19(3), 227–234.
- Lee, I. H. in Park, S. (2013). Balance Improvement by Strength Training for the Elderly. *Journal of Physical Therapy Science*, 25(12), 1591–1593.
- Lizama, L. E. C., Pijnappels, M., Rispens, S. M., Reeves, N. P., Verschueren, S. M., van Dieën, J. H. (2015). Mediolateral balance and gait stability in older adults. *Gait and Posture*, 42(1), 79–84.
- Mayer, F., Scharhag-Rosenberger, F., Carlssohn, A., Cassel, M., Müller, S. in Scharhag, J. (2011). The Intensity and Effects of Strength Training in the Elderly. *Dtsch Arztebl Int*, 108(21), 359–364.
- Muehlbauer, T., Gollhofer, A. in Granacher, U. (2015). Associations Between Measures of Balance and Lower-Extremity Muscle Strength/Power in Healthy Individuals Across the Lifespan: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 45(12), 1671–1692.
- Orr, R., Vos, N. J., Singh, N. A., Ross, D. A., Stavrinou, T. M. in Fiatarone-Singh, M. A. (2006). Power Training Improves Balance in Healthy Older Adults. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 61(1), 78–85.
- Padilha, C. S., Ribeiro, A. S., Fleck, S. J., Nascimento, M. A., Pina, F. L. C., Okino, A. M. idr. (2015). Effect of resistance training with different frequencies and detraining on muscular strength and oxidative stress biomarkers in older women. *Age*, 37(5), 104–112.
- Ponce-Bravo, H., Ponce, C., Feriche, B., Padial, P. (2015). Influence of two different exercise programs on physical fitness and cognitive performance in active older adults: functional resistance-band exercise vs. recreational oriented exercises. *J Sports Sci Med*, 14(4), 716–722.
- Rugelj, D., Tomšič, M., Ovca, A. in Sevšek, F. (2009). *Za ravnotežje specifična vadba in zmanjševanje ogroženosti za padce* (Raziskovalno poročilo). Pridobljeno iz spletne strani Repozitorij Univerze v Ljubljani: <http://www2.zf.uni-lj.si/ri/publikacije/dan2009/3.pdf>
- Sonc, N., Rugelj, D. (2014). Normativne vrednosti časovno merjenega testa korakanja v štirih kvadratih. *Fizioterapija*, 22(1), 31–37.
- Waroquier-Leroy, L., Bleuse, S., Serafi, R., Watelain, E., Pardessus, V., Tiffreau, A. V. in Thevenon, A. (2014). The functional reach test: strategies, performance and the influence of age. *Ann Phys Rehabil Med*, 57(6-7), 452–464.

Darjan Smajla, mag. kin.
Rupa 40, 51214 Šapjane, Hrvaška
Fakulteta za šport, Gortanova 22, 1000 Ljubljana
Telefon: 040 727 407
darjan.smajla@fsp.uni-lj.si