

Za ravnotežje specifična vadba in zmanjševanje ogroženosti za padce

Darja Rugelj, Marija Tomšič, Andrej Ovca in France Sevšek
Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta

IZVLEČEK

Za ravnotežje specifična vadba pri aktivnih in dobro mobilnih starostnikih, ki je trajala tri mesece, je vplivala na stabilnost drže, kot jo izmerimo s stabilometrijo. Predvsem se je izboljšanje pokazalo pri nadzoru drže med stoji na mehki podlagi. Po končani vadbi se je tudi zvečala hitrost hoje nazaj in hitrost hoje naprej. Iz dobljenih rezultatov lahko sklepamo, da je mogoče pridobiti spretnost ravnotežne funkcije tudi pri zelo aktivnih starostnikih. Ker je bila vadba usmerjena v izvedbo funkcijskih aktivnosti in ne pridobivanje moči in gibljivosti lahko, opisane rezultate povežemo predvsem s procesom motoričnega učenja. Kljub visoki stopnji mobilnosti in učinkovitemu ravnotežju pa smo ugotovili, da sodi 75 odstotkov udeležencev vadbe v skupino srednje in 5 odstotkov v skupino visoke ogroženosti za padce.

IZHODIŠČA

Zavedanje pomembnosti nadzora drže in učinkovitega ravnotežja za ohranjanje aktivnega in neodvisnega življenjskega sloga starostnikov je vodilo k pospešenemu raziskovanju in razvoju metod ocenjevanja in obravnave oslabiljenega ravnotežja. Na ravnotežno funkcijo vplivajo številni dejavniki, kot so mišična zmogljivost, gibljivost, vid in drugi čutilni prilivi, kakor tudi kognitivni in čustveni dejavniki. Ker je ravnotežje kompleksna motorična in kognitivna funkcija, mora posameznik med funkcijskimi aktivnostmi natančno usklajevati informacije iz propioceptivnega vidnega in vestibularnega sistema z gibalnimi pobudami. Pri zdravih odraslih sočasna kognitivna naloga ne zmoti učinkovitosti ravnotežja nasprotno pa s staranjem k nestabilnosti prispeva tudi zmanjšana pozornost ali konkurenčna naloga med ohranjanjem drže (1). Verjetnost padca se s staranjem v primeru konfliktna senzorične stimulacije povečuje. Za nadzor drže in ravnotežja je videti, da postanejo starejše osebe bolj odvisne od vidne informacije (2). Drugi avtorji poročajo o večjem zanašanju na somatosenzorično informacijo, saj se je obseg nihanja in padcev povečal kadarkoli je bilo nihanje podlage med meritvami usklajeno z gibanjem slike (3). Velik delež starejših oseb ne more nadzorovati nihanja telesa, kadar za orientacijo telesa zagotavlja točno informacijo le vestibularni sistem (4). Pričakujemo lahko, da bo deficit v kateremkoli senzoričnem sistemu povzročil spremembo v načinu procesiranja senzoričnih informacij in tudi obliki motoričnega odziva, ki ohranja držo in ravnotežje. Znano je, da se ob primerni vzpodbudi sposobnost prilagajanja sistemov udeležencev v upravljanju, nadzoru in izvedbi gibalnih funkcij ohrani

tudi pri zelo starih osebah. To velja za pridobivanje moči mišic ali gibljivost (5), kakor tudi za kompleksno funkcijo ravnotežja (6). Težave z ravnotežjem pri starostnikih so pogosto opisane in veljajo za pomemben dejavnik tveganja za nenadne padce. Poleg osebnih dejavnikov tveganja, ki so povezani s telesnimi funkcijami, je okolje, v katerem te osebe živijo, lahko pomemben dejavnik tveganja.

Namen naše raziskave je bil ugotoviti učinke trimesečne vadbe, specifične za ravnotežje, pri aktivnih in samostojnih starejših osebah. Prav tako je bil naš namen pri teh osebah ugotoviti, kakšna je njihova ogroženost za padce glede na osebne in okoljske (bivanjske) dejavnike tveganja.

METODE

Preiskovanci

V raziskavo smo povabili prebivalce mestne občine z oglaševanjem v publikacijah Zveze društev upokojencev Slovenije, ter v klubih upokojencev in dnevnih centrih. Odzvalo se je 34 oseb, samostojnih in dobro mobilnih prebivalce mestne občine, od tega 28 ženskega in 6 oseb moškega spola. Povprečna starost teh udeležencev je bila $70,1 \pm 1,8$ let. Redno je trimesečno vadbo obiskovalo 27 udeležencev. Iz analize smo izločili dve osebi, ki sta bili mlajši od 60 let. Tako smo analizirali rezultate 25 udeležencev vadbe. Splošni podatki za tiste, ki so redno vadili in so analizirani, so predstavljeni v tabeli 1.

Ocenjevalni protokoli

Za ugotavljanje splošnih funkcijskih sposobnosti pred začetkom vadbe smo uporabili Bergovo ravnotežno lestvico (BRL). Moč mišic stopal smo ocenili s testom stoje na prstih. Za merjenje zmogljivosti prijema pa smo uporabili ročni hidravlični dinamometer Jamar (Lafayette Instruments). Za oceno posameznih komponent ravnotežja pred in po končani vadbi pa smo uporabili test senzorične integracije na pritiskovni plošči, stoja peta prsti, časovno merjeni test štirih korakov, test hoje nazaj in časovno merjeni desetmetrski test hoje.

Bergova ravnotežna lestvica vključuje 14 funkcijskih aktivnosti, ki jih ocenjuje z lestvico od 0 do 4. Lestvica je veljavna (7), zanesljiva (8) in občutljiva za spremembo (9). Časovno merjeni test štirih korakov je veljaven in zanesljiv klinični pripomoček, ki ocenjuje agilnost, zmožnost prenašanja teže, spreminjanje smeri in stopanje preko ovir in ima poudarjeno kognitivno komponento, saj mora oseba ob koncu enega kroga spremeniti smer in se vrniti v izhodiščni položaj (10). Časovno merjeni test hoje na 10 metrov je veljaven in zanesljiv test za merjenje funkcijske mobilnosti pri starostnikih brez dodatnih nevroloških ali mišično-skeletnih okvar (11). Test stoje na prstih izmeri čas zadrževanja sonožne stoje na prstih in na ta način oceni zmogljivost mišic stopala (12). S testom hoje po črti nazaj se izmeri čas, ki ga oseba potrebuje, da prehodi 6 metrov nazaj tako, da se pri vsakem koraku s prsti dotakne pete. Ta test ima pomembno napovedno veljavnost za gibalne težave in oviranost (13).

Stabilometrija

Test senzorične organizacije na pritiskovni plošči je modificiran klinični test, ki sta ga opisali Shumway-Cook in Horak (14). Z njim ugotavljamo relativni prispevek proprioceptivnega, vestibularnega in vidnega sistema k integraciji uravnavanja drže. Med

Tabela 1: Osnovni podatki 25 udeležencev trimesečne za ravnotežje specifične vadbe.

	Mean \pm SO	Minimum	Maksimum
Starost (let)	70 \pm 6.4	60	82
Telesna teža (kg)	70.6 \pm 13.3	49	98
Telesna višina (cm)	159,7 \pm 9.4	132	177
Velikost stopala (FR)	38.6 \pm 2.1	36	43

testom stoji preiskovanec na pritiskovni plošči s stopali skupaj, roki prosto visita ob telesu in pogled je uprt v točko na steni, ki je 2 m oddaljena od preiskovanca. Meritev ponovimo v štirih pogojih senzoričnega priliva: na trdi podlagi z odprtimi in nato z zaprtimi očmi ter na mehki podlagi, prav tako najprej z zaprtimi in nato z odprtimi očmi.

Podatke smo zajemali s pritiskovno ploščo Kistler 9286AA, s frekvenco vzorčenja 50 Hz in trajanjem 60 sekund. Za zajemanje podatkov smo uporabili programsko opremo Bio Ware. Nadaljnjo analizo podatkov pa smo naredili preko spletnega strežnika, na katerem teče program za obdelavo stabilometričnih podatkov (15). Sistem je zasnovan prenosljivo in naj bi deloval na katerem koli novejšem strežniku Linux. Poti in hitrosti premikanja telesnega težišča ter površine smo izračunali z uporabo metodologije, ki je natančno opisana v (16). Na kratko: morebitne motnje smo filtrirali z nastavitvijo gibljivega povprečja 10 zaporednih točk, izračunali časovne in frekvenčne porazdelitvene diagrame in nadaljevali z določanjem površine, ki jo opiše središče pritiska, z uporabo Fourjejevih koeficientov. Metodo popisa oblike področja gibanja projekcije težišča s Fourierjevo analizo smo razvili za boljšo interpretacijo stabilometričnih meritev. S Fourierjevo analizo oblike obrisa dobimo pravilnejše vrednosti površine področja gibanja projekcije težišča, poleg tega pa nam da ta metoda še podatek o obliki izmerjenega področja. Opazovani parametri so povprečna hitrost središča pritiska v času merjenja, variabilnost položaja središča pritiska na podporno ploskvi izražena s standardno deviacijo vrednosti središča pritiska v antero-posteriorni (y) in medio-lateralni (x) smeri. Ker nas je zanimalo tudi, kako veliko površino oseba uporabi med testom mirne stoje, smo izrisali stabilogram in izračunali njegovo površino.

Ogroženost za padce

Ogroženost za padce smo ocenili s tremi ocenjevalni instrumenti, ki smo jih povzeli po priporočilih vlade Queensland, Avstralija (17) za preprečevanje padcev med starostniki. Prevedli in priredili smo Vprašalnik o nesrečah in padcih v domačem okolju (Falls History), Inštrument za ocenjevanje tveganosti za padeč (Falls Risk Assessment Tool) in Individualni okoljski vprašalnik.

Statistična analiza

Za statistično analizo podatkov smo uporabili program SPSS.15 (SPSS Inc., Chicago, IL ZDA) in Microsoft Excel 2007 (Microsoft Inc, Redmond; WA, ZDA). Za ugotavljanje razlik med začetnimi in končnimi meritvami smo uporabili parni test t za odvisne vzorce. Statistično značilnost smo sprejeli ob 5-odstotni napaki alfa.

Vadba

Udeleženci so vadbo obiskovali dvakrat tedensko 12 tednov, posamezna vadba pa je trajala 60 do 70 minut. Razdeljena je bila na dva vsebinska sklopa, ki sta trajala vsak po 30 minut. Namen prvega sklopa vaj je bil ohranjevanje splošne telesne aktivnosti in gibljivosti in je

zajel aktivacijo vseh mišičnih skupin glave in trupa, ter rok in nog. Vadba se je pričela stoje in se nadaljevala leže na boku, hrbtu in trebuhu. Drugi del vadbe pa je potekal kot krožna vadba na treh različnih postajah. Cilj tega sklopa, ki je prav tako trajal 30 minut, je bil povečati ravnotežno zahtevnost aktivnosti. V tem delu vadbe so udeleženci izvajali aktivnosti v zaostrenih okoliščinah za ravnotežje, kot je vadba na mehki podlagi, stopanje na različno visoke stopnice in hoja okoli ali čez ovire. Občasno je bil del vadbe posvečen učenju novih plesnih korakov in učenju strategij vstajanja s tal. Na vsaki postaji je potekala aktivnost neprekinjeno od 7 do 10 minut, nato so se udeleženci preselili na drugo postajo.

Prvi sklop krožne vadbe so bile aktivnosti na mehki podlagi (Aireks™) blazini, kot je sonožna stoja na mehki podlagi, stoja peta prsti, stoja na eni nogi. Vse aktivnosti so udeleženci ponavljali pri odprtih in zaprtih očeh. Na 2 m dolgi in 20 cm široki mehki blazini so vadili hojo naprej in nazaj. Če se udeleženci med izvedbo teh aktivnosti potrebovali asistenco, so imeli na voljo dva asistenta ali pa je bila vadba prilagojena njihovim sposobnosti, tako so denimo delali v parih ali se lahko dotikali stabilne površine. Ta vadbeni sklop je poudaril ohranjanje in stabilizacijo drže pri zmanjšanem proprioceptivnem prilivu.

Drugi sklop so bile aktivnosti na »steperjih«, ki so bile sestavljene iz stopanja na »steper« naprej, v stran, in nazaj prestopanja »steperja«. Med vadbo se je spreminjala hitrost in število ponovitev. Stopnjevanje je bilo odvisno od posameznikovih sposobnosti. Drugi vadbeni sklop je poudaril predvsem prenose teže in oceno globine, vseboval pa je tudi komponento aerobne vadbe.

Tretji sklop so bile aktivnosti hoje preko in okoli ovir in aktivnosti na žogah, ki so bile sestavljene iz hoje s prestopanjem različno visokih ovir, hoje okoli različno velikih predmetov, obračanja okoli telesne osi za 360 stopinj, hoje s stopanjem na mehko podlago, hoje z nošenjem različnih predmetov in sedanja na različno visoke površine. V tem vadbenem sklopu so dodatno poudarili približevanje robu podporne ploskve in vestibulo-okularna stabilizacija, spreminjanje velikosti podporne ploskve, spreminjanje smeri in dvojno pozornost.

Četrti sklop je potekal občasno in je vseboval učenje plesnih korakov in ples ter vstajanje s tal brez pomoči in s pomočjo stola. V tem vadbenem sklopu so bili v funkciji združeni vsi predhodni elementi povezani z ritmom glasbe.

REZULTATI

Analizo rezultatov trimesečne vadbe smo razdelili na 4 vsebinske sklope: ocena splošnih funkcijskih sposobnosti na začetku vadbe, ocena ravnotežnih funkcij pred in po končani vadbi, stabilometrija in ocena ogroženosti za padce.

Ocena splošnih funkcijskih sposobnosti pred začetkom vadbe

Pred pričetkom vadbe smo pri vseh preiskovancih ugotavljali njihov funkcijski nivo ravnotežja, zmogljivost prijema in ocenili moč mišic nog. Rezultati so pokazali (tabela 2), da je nivo ravnotežja in zmogljivosti prijema in mišic nog na zelo visoki ravni. Pri meritvah z BRL je večina preiskovancev dosegla rezultate preko 50 točk. Pri testu sonožne stoja na prstih pa so dosegli v povprečju 54 sekund. Rezultati merjenja zmogljivosti nedo-

Tabela 2: Rezultati ocene Bergove ravnotežne lestvice, testa zmogljivosti roke in moči mišic nog obravnavane skupine starostnikov, ki smo jo izmerili pred pričetkom vadbe.

	Povprečje skupine \pm SO	Minimum	Maksimum
Bergova ravnotežna lestvica (točk)	54 \pm 2	49	56
Stoja na prstih (s)	54.4 \pm 11.8	20	60
Zmogljivost prijema roke - ženske			
Leva (kg)	25 \pm 5.5	12	34
Desna (kg)	28.2 \pm 6.4	18	42
Zmogljivost prijema roke -moški			
Leva (kg)	41,5 \pm 3,5	39	44
Desna (kg)	42 \pm 2,8	40	44

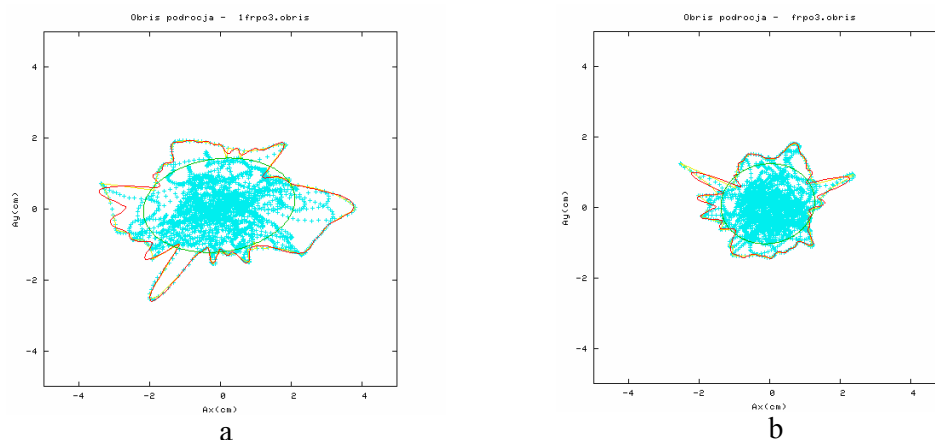
minantne roke so predstavljeni ločeno za moške in ženske. Izmerjeni rezultati so pokazali za starost primerno zmogljivost prijema in so natančno opisani v tabeli 2.

Ocena posameznih komponent ravnotežja pred in po končani vadbi

Podrobni rezultati vseh opravljenih testov pred in po končani vadbi so opisani v tabeli 3. Stoja peta prsti z odprtimi očmi se med prvo in drugo meritvijo ni pomembno razlikovala, medtem ko se je pri testu stoja peta prsti z zaprtimi očmi dosegel v povprečju 16,6 sekund daljši čas, razlika je bila statistično pomembna ($p = 0,012$). Razlika med začetno in končno meritvijo testa korakanja v 4 kvadratih je bila 1,1 sekunde in je bila statistično pomembna ($p = 0,003$). Šest-metrski test hoje nazaj po ravni črti je bil po končani vadbi izveden v povprečju za 8,8 sekund hitreje in razlika med začetno in končno meritvijo je bila statistično pomembna ($p < 0,001$). Pri časovno merjenem testu hoje, ko so hodili z največjo, a zanje še varno hitrostjo, so bili preiskovanci po končani vadbi v povprečju 2,5 sekunde hitrejši. Razlika med začetno in končno meritvijo je bila statistično pomembna ($p < 0,001$).

Tabela 3: Rezultati testiranja funkcijskih ravnotežnih testov: stoja peta prsti, test korakanja v 4 kvadratih, hoja peta prsti nazaj in testa hitre hoje. Rezultati meritev pred vadbo so označeni z (1), po končani vadbi pa z (2). Vrednosti, ki so se pri drugem testiranju pomembno razlikovale od začetnih so označene krepko.

Test	Povprečje skupine \pm SO	t	p
Stoja peta prsti oči odprte 1 (s)	55 \pm 13.6	1,65	0,116
Stoja peta prsti oči odprte 2 (s)	60		
Stoja peta prsti oči zaprte 1 (s)	24.8 \pm 23.9	2,81	0,012
Stoja peta prsti oči zaprte 2 (s)	41.5 \pm 20		
Test korakanja v 4 kvadratih 1 (s)	9.7 \pm 2.1	3,32	0,003
Test korakanja v 4 kvadratih 2 (s)	8.6 \pm 1.5		
Hoja peta prsti nazaj 1 (s)	19.9 \pm 5.3	5,79	< 0,001
Hoja peta prsti nazaj 2 (s)	11.1 \pm 3.5		
10 metrski test hoje 1 (s)	7.6 \pm 1.1	11, 6	< 0,001
10 metrski test hoje 2 (s)	5.2 \pm 0.5		



Slika 1: Tipičen primer stabilograma med mirno stoji na mehki podlagi z odprtimi očmi pred pričetkom vadbe (a) in po trimesečnem obdobju vadbe (b).

Stabilometrija

Gibanje središča pritiska na pritiskovni plošči med stoji na mehki podlagi in pri odprtih očeh se je po končani vadbi zmanjšalo. Razlika je bila statistično pomembna pri medio-lateralnem gibanju središča pritiska ($p < 0,001$) in hitrosti gibanja središča pritiska ($p < 0,01$), ter v površini, ki jo opiše središče pritiska ($p < 0,001$). Tipičen primer spremembe površine gibanja središča pritiska na mehki podlagi pred in po končani vadbi je prikazan na sliki 1. Med stoji na trdi podlagi pri odprtih in zaprtih očeh pa ni bilo pomembnih razlik v gibanju središča pritiska med meritvami pred pričetkom vadbe in po končani trimesečni vadbi. Natančni podatki za posamezne komponente gibanja središča pritiska pri štirih različnih pogojih senzoričnega priliva so prikazani v tabeli 4.

Tabela 4: Gibanje središča pritiska v štirih različnih pogojih senzoričnega priliva pred in po končani vadbi. (Rezultati, ki se so po končani vadbi statistično pomembno razlikujejo, so tiskani krepko; ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$).

	TP OO	TP OZ	MP OO	MP OZ
ML variabilnost (cm)			***	
pred	0,5 ± 0,2	0,6 ± 0,2	0,9 ± 0,2	1,6 ± 0,3
po	0,5 ± 0,1	0,6 ± 0,2	0,7 ± 0,1	1,4 ± 0,3
AP variabilnost (cm)				
pred	0,5 ± 0,1	0,6 ± 0,2	0,8 ± 0,1	1,6 ± 0,3
po	0,5 ± 0,2	0,6 ± 0,2	0,8 ± 0,2	1,4 ± 0,3
Hitrost (cm/s)			**	
pred	1,4 ± 0,5	2,3 ± 0,9	3,2 ± 0,7	7,6 ± 2,1
po	1,4 ± 0,4	2,4 ± 1,2	0,3 ± 0,8	6,9 ± 2,1
Površina (cm ²)			***	
pred	4,8 ± 2,8	8,9 ± 7,2	14,7 ± 4,3	55,9 ± 30,2
po	4,2 ± 1,6	8,1 ± 5,5	11 ± 3,9	41,7 ± 18,4
IPO				
pred	1,4 ± 0,3	1,8 ± 0,5	1,6 ± 0,1	1,7 ± 0,3
po	1,4 ± 0,2	1,8 ± 0,6	1,5 ± 0,2	1,7 ± 0,2

TP trda podlaga, MP mehka podlaga, OO oči odprte, OZ oči zaprte, ML medio-lateralni premik, AP antero- posteriorni premik, IPO Indeks posameznih odmikov

Tabela 5: Ocena tveganosti okolja – razmere v stanovanju oziroma hiši izmerjeni z Individualnim okoljskim vprašalnikom.

Dejavnik tveganja	Da (%)	Ne (%)
Hodnik brez preprog	65%	35%
Nedrseča tla	80%	20%
Debel predpražnik	70%	30%
Leči v posteljo brez težav	70%	30%
Vstajanje iz fotelja brez težav	70%	30%
Kopalna kad	35%	65%
Ročaj pri kopalni kadi	15%	85%
Ročaj pri tušu	65%	35%
Označen rob stopnic	30%	70%
V kuhinja ni težav	50%	50%

Ocena ogroženosti za padce

V obravnavani skupini starejših oseb smo ocenili tveganost za nenadne padce na podlagi ocene dejavnikov, ki so vezani na posameznika in njegove telesne in kognitivne sposobnosti in na dejavnike okolja, v katerem te osebe živijo. Večina udeležencev vadbe je v skupini srednje tveganosti za padce kot, jo pokaže inštrument za oceno tveganosti za padce. Natančneje 20% v skupini nizkega tveganja, 75% v skupini srednje tveganosti in 5% v skupini visoke tveganosti. Udeleženci so tudi posredovali informacije o zgodovini padcev. Poročali so, da jih je 8% padlo v zadnjem mesecu, 4% v zadnjih treh mesecih, 16% v zadnje pol leta in 72% jih v zadnjem letu ni padlo.

Pri oceni okolja v katerem živijo udeleženci vadbe, ki smo ga ocenili z Individualnim okoljskim vprašalnikom, smo ugotovili, da jih ima ena tretjina prisotnih vsaj pet od desetih dejavnikov tveganja, ki so vezani na domače okolje (tabela 5).

RAZPRAVA

Rezultati naše raziskave kažejo na to, da za ravnotežje specifična vadba, kot so jo izvajali udeleženci trimesečne vadbe, vpliva na izboljšanje ravnotežnih funkcij tudi pri tistih skupinah starejših oseb, ki še živijo samostojno v domačem okolju in so samostojni pri izvajanju vsakodnevnih nalog ter so še rekreativno dejavni.

Med raziskavami učinkov vadbenih protokolov ni soglasja o tem katera vrsta in kakšna intenzivnost vadbe ju učinkovita za zboljševanje oziroma ohranjanje ravnotežne funkcije. Pokazalo se je, da veliko oblik splošne vadbe nima učinka na ravnotežno funkcijo. Nekaj je študij, ki poročajo o lahnem zboljšanju ravnotežja po obdobju vadbe za moč (18, 19). V drugih študijah pa so ugotovili, da splošna vadba povzroči povečanje moči, na ravnotežje pa ima skromen vpliv (20, 21, 22) ali pa sploh nobenega vpliva (23). Ti rezultati kažejo na to, se da zboljšanje mišične moči ne prenese direktno na ravnotežno funkcijo in druge vsakodnevne funkcije pri različnih podskupinah starostnikov (21, 24). Zato smo se odločili za vadbo, ki je specifična za ravnotežje in so vadbene aktivnosti podobne vsakodnevnim aktivnostim. S funkcijsko vadbo smo želeli pridobiti predvsem spretnost in s tem učinkovitost ravnotežne funkcije. Pri funkcijski vadbi so gibalne naloge pripravljene tako,

da posnemajo funkcijske aktivnosti, pri katerih je ravnotežje poudarjeno. V naši raziskavi so bile poudarjene: komponenta ravnotežja, predvsem prenosi teže in ocena globine, spreminjanje smeri, dvojna pozornost, stabilizacija hoje pri zmanjšanem proprioceptivnem prilivu, približevanje robu podporne ploskve, vestibulo-okularna stabilizacija in proprioceptivni sistem.

Preiskovanci, ki so sodelovali v naši vadbeni skupini so bili vsi na zelo visoki funkcijski ravni, kar so pokazali rezultati BRL. Le redki posamezniki so imeli težave s stoji na zmanjšani podporni ploskvi ali so v povprečju dosegli manj kot 50 točk. Glede na oceno BRL lahko trdimo, da je bila ogroženost za padce pri tej skupini nizka, saj nihče od udeleženi ni imel rezultata BRL 46 točk ali manj, ki ga nekateri avtorji štejejo kot znak za ogroženost za padce (25). Na visok funkcijski nivo udeležencev vadbe kažejo tudi rezultati testa stoji na prstih, ki je pokazal visoko zmogljivost mišic nog (12). Zmogljivost prijema leve in desne roke, tako pri moških kot tudi pri ženskih udeleženkah vadbe, je bila pri preiskovancih na zgornjem nivoju standarda za to starostno skupino (26).

Po končani trimesečni vadbi smo ugotovili spremembe, ki govorijo za izboljšanje ravnotežne funkcije. Ugotovili smo, da je najbolj opazna razlika pri rezultatih testov ohranjanja ravnotežja na mehki podlagi in pri različnih oblikah hoje. Rezultati testa senzorične organizacije, ki smo ga izvedli na pritiskovni plošči, so pokazali, da so bile osebe po končani trimesečni vadbi sposobne bolj stabilizirati gibanje središča pritiska, medtem ko so stale na mehki podlagi. Pri stabilizaciji položaja na mehki podporni ploskvi se spremeni priliv iz podplata in oseba ne more več natančno oceniti, kateri del podplata je bolj obremenjen. Drugi izziv pri stoji ali hoji na mehki podlagi pa je njeno podajanje, kar povzroči stalno premikanje podporne ploskve in zahteva od osebe, da se tej spremembi ves čas prilagaja. Informacije, ki jih za to potrebuje prihajajo iz kožnih receptorjev (dotik in pritisk) ter iz proprioceptorjev v kitah, mišicah in sklepkih. To je temelj t.i. senzomotorične vadbe, ki se je v zadnjem času močno razmahnila predvsem pri obravnavi športnikov po poškodbah (27). Kadar je med vadbo zmanjšan ali odsoten vidni priliv, morajo osebe organizirati svoje gibanje (stabilizacijo položaja) le na podlagi informacij iz kožnega in proprioceptivnega sistema. Za bolj učinkovito procesiranje teh informacij je potrebna večja pozornost. Prav povečani pozornosti za ta priliv pripisujemo večjo sposobnost stabilizacije drže in zmanjšanje gibanja središča pritiska pri testu stoji na mehki podlagi. To povezujemo predvsem s procesi motoričnega učenja, kjer oseba po končani vadbi opravi določeno gibalo nalogo bolj učinkovito, hitreje (28). Naslednja stopnja v motoričnem učenju pa je prenos naučenega v vsakodnevno življenje, kar bomo lahko preverili po trimesečnem obdobju brez vadbe.

Program vadbe je vseboval tudi kognitivne elemente, ki so povezani z nadzorom drže in gibanja. Predvsem je bila povečana potreba po hkratni pozornosti na dva elementa gibanja, na primer: premikajoča se podporna ploskev in stabilizacija položaja, premikajoča se podporna ploskev in poseganje po predmetih, poseganje po predmetih med hojo, nošenje različnih predmetov in učenje plesnih korakov. Za oceno smo uporabili test korakanja v 4 kvadratih, ki vsebuje elemente kognitivnih funkcij, saj se mora preiskovanec sam spomniti, da je potrebno po prvih štirih korakih zamenjati smer in se vrniti v izhodni položaj (10). Udeleženci vadbe so bili po končani vadbi statistično pomembno hitrejši, v povprečju se je izvedba skrajšala za eno sekundo. Razlika je bila sicer statistično pomembna, vendar razlika ene sekunde ne more govoriti v prid tudi klinične pomembnosti dobljenega

rezultata. Za klinično pomembnost rezultata se šteje, če je razlika rezultata najmanj 15 odstotna (29).

Tudi hoja peta prsti nazaj zahteva povečano pozornost za postavljanje nog na ozko površino in dotikanje peta prsti. Hkrati pa postavlja večjo zahtevo za procesiranje proprioceptivnega priliva, saj je pri hoji nazaj količina vidnega priliva sicer nespremenjena, vendar zaradi narave gibanja ne prihaja iz smeri v katero se posameznik giblje. Med vadbo je bila poudarjena ravno sposobnost osredotočanja na priliv iz proprioceptivnega sistema na eni strani in sposobnost osredotočanja na izvedbo gibalne naloge. Zato sklepamo, da so se preiskovanci naučili novih strategij gibalnih spretnosti. Ugotovili smo, da so bili preiskovanci pri testu hoje peta prsti nazaj po končani vadbi v povprečju hitrejši, saj so potrebovali za izvedbo testa po trimesečni vadbi v povprečju kar 9 sekund manj časa, kar predstavlja 60 odstotkov spremembe.

Kljub temu, da vadbeni protokol ni direktno vseboval vadbe za hitrost hoje, pa smo s časovno merjenim desetmetrskim testom hoje ugotovili, da se je pomembno skrajšal čas za izvedbo 10 metrskega testa. Iz tega lahko sklepamo, da bodo osebe pridobljene gibalne spretnosti sposobne prenesti iz vadbene v vsakodnevno življenje.

Pomembno in klinično relevantno izboljšanje ravnotežja je mogoče že po 4 tednih vadbe, ki je usmerjena v povečevanje ravnotežne učinkovitosti (30). Učinki za ravnotežje specifične vadbe, ki je trajala dvanajst tednov, pa so bili klinično in statistično pomembni takoj po končani vadbi. Izboljšanje se je ohranilo tudi šest mesecev po končani vadbi (6). Enak koncept vadbe je bil izveden tudi med varovanci dveh domov za starejše občane, kjer smo ugotovili, da se po trimesečni vadbi pri krhkih starostnikih zboljša ravnotežje kot ga izmerimo z BRL (31). Izboljšanje ravnotežne funkcije smo pri tej skupini izmerili kljub temu, da je vadba potekala samo dvakrat tedensko. Intenzivnost vadbe, ki povzroči spremembo in izboljšanje ravnotežne funkcije, se med različnimi študijami močno razlikuje: poročajo o pogostosti vadbe, ki poteka od dvakrat tedenske vadbe (32, 33, 34), trikrat (35, 36) do petkrat tedensko (6).

Na podlagi naših rezultatov in rezultatov drugih raziskovalnih skupin lahko trdimo, da je za ravnotežje specifična vadba učinkovita pri različnih skupinah starostnikov, tako pri tistih še aktivnih, ki živijo samostojno doma (pričujoča študija), kot tudi krhkih oskrbovancev doma starejših občanov (31). Ne moremo pa še odgovoriti na vprašanje ali je za ravnotežje specifična vadba bolj učinkovita od ostalih oblik vadbe. Poročila dosedanjih raziskav med seboj niso skladna. De Vreede in sod. (36) poročajo, da ni pomembnih razlik med funkcijsko vadbo in treningom moči. Prav tako niso izmerili razlik med funkcijsko in tradicionalno vadbo (33). Zato bo potrebno narediti primerjavo med različnimi vadbenimi protokoli pri enako zmožnih skupinah starostnikov in na ta način še dodatno ovrednotiti za ravnotežje specifično vadbo.

Starostniki udeleženi v raziskavi so dobro mobilni v prostoru in imajo ohranjeno ravnotežno funkcijo. Vendar pa glede na rezultate Vprašalnika o nesrečah in padcih v domačem okolju in Inštrumenta za ocenjevanje tveganosti za padce jih tri četrtine sodi v skupino s povečano ogroženostjo za padce. Kljub visokemu nivoju funkcijske samostojnosti in ravnotežja je ena tretjina udeležencev poročala o padcu v preteklega pol leta. Še vedno ostaja odprto vprašanje, kakšen je najbolj učinkovit način preprečevanja padcev in njihovih

posledic pri starejših osebah. Ali je to vadba, življenjski slog ali preprosto odsotnost dejavnikov tveganja v bivanjskem okolju.

SKLEP

Za ravnotežje specifična vadba lahko povzroči izboljšanje ravnotežne funkcije med stabilizacijo stoji na mehki podlagi, sposobnost zadrževanja ravnotežja na zmanjšani podporni ploskvi in poveča hitrost hoje nazaj in hitrost normalne hoje.

ZAHVALA

Delo je bilo opravljeno s finančno pomočjo ARRS, projekt L3-0191-0382-08, in podjetja Krka, Novo mesto, za kar se jima zahvaljujemo.

LITERATURA

1. Wollacott M, Shumway-Cook (2002). Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. *Gait Posture* 16 (1): 1-14.
2. Peterka RJ (2002). Sensorimotor integration in human postural control. *J Neurophysiol* 88 (3): 1097-1118.
3. Nashner LM, Berthoz A (1978). Visual contribution to rapid motor responses during postural control. *Brain Res* 150 (2): 403-7.
4. Horak FB, Mirka A, Shupert L (1989). The role of peripheral vestibular disorders in postural dyscontrol in the elderly. In: Wollacott MH, Shumway-Cook A, eds. The development of posture and gait across the lifespan. Columbia: University of South Carolina Press, 253-79.
5. Vandervort AA (2002). Aging of the human neuromuscular system. *Muscle Nerve* 25 (1): 17-25.
6. Rugelj D, Uršič K (2006). Učinek vadbe, specifične za ravnotežje, pri oskrbovancih doma starejših občanov. V: Rugelj D, ur. Posvetovanje Celostna obravnava starostnikov, 24. november 2006, Ljubljana. *Zbornik predavanj*. Ljubljana: Visoka šola za zdravstvo, 69-78.
7. Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams JI, Gayton D (1989). Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. *Physiother Can* 41 (6): 304-11.
8. Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams JI, Maki B (1992) Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. *Can J Pub Health* 83, Supl 2: S71.
9. Wood-Dauphinee S, Berg K, Bravo G, Williams JI (1996). The balance scale: responsiveness to clinically meaningful changes. *Can J Rehabil* 10 (1): 35-50.
10. Dite W, Temple VA (2002). A clinical test of stepping and changes of direction to identify multiple falling older adults. *Arch Phys Med Rehabil* 83: 1566-71.
11. Steffen TM, Hacker TA, Mollinger L (2002). Age- and gender-related test performance in community-dwelling elderly people: six-minute walk test, Berg balance scale, timed up& go test, and gait speeds. *Phys Ther* 82 (2):128-37.

12. Buchman AS, Boyle PA, Wilson RS, Bienias JL, Bennett DA (2007). Physical activity and motor decline in older persons. *Muscle Nerve* 35 (3): 354-62.
13. Hammalainen HP, Suni JH, Pasanen ME, Malmberg JJ, Miilumpalo SI (2006). Predictive value of health-related fitness tests for self-reported mobility difficulties among high-functioning elderly men and women. *Aging Clin Exp Res* 18 (3): 218-26.
14. Shumway-Cook A, Horak FB (1986). Assessing the influence of sensory interaction on balance. *Phys Ther* 66 (10): 1548-50.
15. Sevšek F (2009). Stabilometrija V 1.0 [Elektronski vir]. Ljubljana: Visoka šola za zdravstvo. Dostopno tudi na: <http://digitus.zf.uni-lj.si/~sevsekf/Programi/Stabilometrija.<14.10.2009>>
16. Rugelj D, Sevsek F (2007). Postural sway area of elderly subjects. *WSEAS transactions on signal processing* 3 (2): 213-9.
17. Falls Prevention, Best Practice Guideliens (2003). Version 3. Queensland Goverment. Australija
18. Lichtenstein M, Shields S, Shiavi R, Burger C (1989) Exercise and balance in aged women: a pilot controlled clinical trial. *Arch Phys Med Rehabil* 70 (2): 138-43.
19. Topp R, Mikesky A, Wigglesworth J, Holt W, Edwards JE (1993). The effect of a 12-week resistance strength training program on gait velocity and balance of older adults. *Gerontologist* 33 (4): 501-6.
20. Judge J, Lindsy C, Underwood M, Winsemius D (1993) Balance improvements in older women: effects of exercise training. *Phys Ther* 73 (4): 254-64.
21. Skelton DA, Young A, Greig CA, Malbut KE (1995). Effect of resistance training on strength, power and selected functional abilities of woman aged 75 and over. *J Am Geriatr Soc* 43 (10): 1081-7.
22. Schlicht J, Camaione DN, Owen SV (2001). Effect of intense strength training on standing balance, walking speed, and sit-to stand performance in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 56 (5): M281-6.
23. Grilly R, Willems D, Trenholm K, Hayes K, Delaquerruere-Richardson L (1989). Effects of exercise on postural sway in the elderly. *Gerontology* 35 (2-3): 137-3.
24. Keysor JJ, Jette AM (2001). Have we oversold the benefit of late-life exercise? *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 56 (7): M412-23.
25. Kornetti DL, Fitz S, Chiu Y, Light KE, Velozo CA (2004). Rating scale anlysis of the berg balance scale. *Arch Phys Med Rehabil* 85 (7): 1128-35.
26. Puh U (2009). Age and gender-related differences in hand and pinch grip strength in adults. *Int J Rehabil Res*. In press .
27. Gaucherd GC, Gangloff P, Jeandel C, Perrin PP (2003). Influence of regular proptioceptive and bioenergetic physical activities on balance control in elderly women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 58 (9): M846-50.
28. Schmidt RA., Lee TD. (2005). Motor control and learning. 4th ed. Champaign: Human Kinetics.
29. Wood Dauphinee (2005). Interaction of science and practice in neurorahabilitation: what is a meaningful change? In: III step Conference. Linking movement science and intervention. Salt lake City, Utah USA, 105-13.

30. Sihvonen S (2004). Postural balance and aging. Cross-sectional comparative studies and a balance training intervention. Doctoral thesis. University of Jyväskylä.
31. Rugelj D (2009). The effect of functional balance training in frail nursing home residents. *Arch Gerontol Geriatr* doi:10.1016/j.archger.2009.03.009.
32. Hue OA, Seynnes O, Ledrole D, Colson SS, Bernard PL (2003). Effects of a physical activity program on postural stability in older people. *Aging Clin Exp Res* 16 (5): 356-62.
33. Steadman J, Donaldson N, Kalra L (2003). A randomized controlled trial of an enhanced training program to improve mobility and reduce falls in elderly patients. *J Am Geriatr Soc* 51 (6): 847-52.
34. Hendwood TR, Taaffe DR (2005). Improved physical performance in older adults undertaking short-term programme of high-velocity resistance training. *Gerontology* 51 (2): 108-15.
35. Brandon JL, Boyette LW, Gaasch DA, Lloyd A (2000). Effects of lower strength training on functional mobility in older adults. *J Aging Physiol Activity* 8: 214-27.
36. deVreede PL, Samson MM, vanMeeteren NL, van der Bom JG, Duursma SA, Verhaar HJ (2004). Functional task exercise versus resistance exercise to improve daily function in older women: a feasibility study. *Arch Phys Med Rehabil* 85 (12): 1952-61.