



Matic Sašek,
Igor Štirn, Darjan Smajla

Primerjava vadbe ravnotežja v vodi in na kopnem ter vpliv na odrivno moč

Izvleček

Vadba ravnotežja v vodi predstavlja varnejšo alternativno vadbi ravnotežja na kopnem. Ker v vodnem okolju veljajo hidrodinamični fizikalni zakoni, je gibanje in delovanje človeškega telesa v vodi prilagojeno. Ker bi to lahko vplivalo na uspešnost vadbe za ravnotežje, nas je zanimalo, ali prihaja do razlik vadbe v vodi in vadbe na kopnem. Namen raziskave je bil primerjati dve obliki vadbe za ravnotežje ter ugotoviti njihov vpliv na statično ravnotežje, dinamično ravnotežje in odrivno moč. V raziskavo je bilo vključenih 31 merjencev, ki so bili razdeljeni v 3 skupine. Ena izmed skupin je vadila na kopnem (KOP), druga v vodi (VOD), tretja pa je služila kot kontrolna skupina (KON). Pred vadbena intervencijo smo izvedli standardizirane meritve statičnega ravnotežja v stoji na eni nogi z zaprtimi in odprtimi očmi s pomočjo tenziometrične plošče, kjer smo kasneje izmerili še odrivno moč. S pomočjo y-testa smo izmerili dinamično ravnotežje. Vadbena intervencija je trajala 7 tednov. Za ugotavljanje razlik znotraj skupin smo uporabili t-test za odvisne vzorce, za ugotavljanje vpliva skupine in časa pa smo uporabili analizo kovariance. Vadba je imela vpliv na odrivno moč ($p = 0,029$), medtem ko vpliva na dinamično in statično ravnotežje nismo zasledili. Prav tako nismo zasledili razlik v testih med VOD in KOP. Zaključujemo, da je vadba za ravnotežje na ravnotežnih deskah uporabna pri treningu, ko želimo izboljšati odrivno moč in togost sklepov. Glede na ugotovitve daje vadba v vodi podobne učinke kot vadba na kopnem.

Ključne besede: ravnotežje, voda, ravnotežne deske, vadba.



Comparisons of land versus water-based balance training and effect on jumping ability

Abstract

Aquatic exercises represent safer alternative to land exercise considering balance training. But hydrodynamic laws in water cause human body to work differently as on land. Those adaptations could affect balance training prosperity. The aim of this study was to compare land-based versus water-based balance training and to evaluate effects of wobble board exercise on static and dynamic balance and jumping ability. Thirty-one participants were divided in three groups; land-based (KOP), water-based (VOD) and control (KON). Before and after 7-weeks of wobble board exercise single leg stance body sway parameters (static balance), y-test (dynamic balance), squat jump and countermovement jump (jumping ability) were measured. We used ANCOVA to analyse the results. Significant group x time results were found for counter movement jump ($p=0,029$). Post hoc test showed significant differences between KOP and KON while differences between VOD and KON showed tendency towards VOD. We found no effects of exercise on static and dynamic balance although we found some differences inside groups before and after exercise in KOP and VOD for dynamic balance. We assume wobble board exercise is effective method for improving jumping ability and consequently stiffness of joints. Since we found no differences between land-based and water-based exercise both environments can be used for training.

Key words: Balance, aquatic, exercise, wobble board.

■ Uvod

Dve količini sta v ravnotežju, ki imata približno enako težo. Če govorimo o ravnotežju kot gibalni sposobnosti namesto količin, primerjamo težišče telesa in podporno ploskev. Če želimo telo ohraniti v ravnotežnem položaju, moramo zadržati navpično projekcijo težišča telesa znotraj podporne ploskve. Takoj, ko navpična projekcija težišča telesa uide izven meja podporne ploskve, izgubimo ravnotežje. Če želimo preprečiti padec, ravnotežje vzpostavljamo s pomočjo različnih strategij. Govorimo o strategiji gležnja, strategiji kolka in strategiji koraka. Manjše motnje uravnavamo s pomočjo strategije gležnja, večje pa s pomočjo strategije koraka (Gonzales, 2018; Shumway-Cook in Woollacott, 2012). Glede na okolje delimo ravnotežje tudi na statično in dinamično. Razlika med njima je stanje okolja oz. podporne ploskve. Pri statičnem ravnotežju podpora ploskev glede na telo miruje, medtem ko se pri dinamičnem pomika. Težišča telesa se v obeh primerih pomika v različne smeri.

Pri vzpostavljanju ravnotežja igra bistveno vlogo motorična kontrola. Gre za nenehno sinergistično delovanje senzornega dela, ki je odgovoren za prenašanje informacij, ter motoričnega dela, ki je odgovoren za načrtovanje in izvedbo gibanja. Senzorne informacije prihajajo iz somatosenzornih receptorjev, vestibularnega sistema ter vidnega sistema. Nato v centralnem živčnem sistemu na podlagi pridobljenih informacij načrtujemo in izvedemo gib (Kendel in ostali, 2014; Taubert in ostali, 2016). Pri vzpostavljanju ravnotežja se motorična akcija kaže kot aktivacija anti-gravitacijskih mišic. Katere mišice bomo bolj aktivirali, je odvisno predvsem od velikosti dražljaja (Shumway-Cook in Woollacott, 2012).

Študije kažejo, da je dobro ravnotežje povezano s povečano telesno dejavnostjo in športno uspešnostjo (Kiers in ostali, 2013; Hrysomallis, 2011; Yaggie in Campbell, 2006). Z vadbo ravnotežja izboljšamo statično in dinamično ravnotežje pri funkcionalnih testih, kot so na primer test stoje na eni nogi, Storkov test, Bergova ocena ravnotežja ipd. (Lesinski in ostali, 2015; Gebel in ostali, 2018; Ruffieux in ostali, 2017; Taube in ostali, 2008). Hkrati ima vadba ravnotežja na nestabilnih površinah pozitiven vpliv na mišično zmogljivost in moč (Heitkamp in ostali, 2001). Specifična vadba ravnotežja izboljša hitrost prirastka sile, kar se kaže v večji ko-aktivaciji in togosti sklepov. Prav

tako se po vadbi ravnotežja izboljša odzivna moč (Gruber in Gollhofer, 2004; Granacher in ostali, 2006).

Vadba za ravnotežje je del kondicijske priprave športnikov in rekreativcev ter rehabilitacije po poškodbah (Hung, 2015). Prav tako je vadba ravnotežja del vseživljenjske rehabilitacije pri starostnikih, saj sposobnost ohranjanja ravnotežja, tako kot vse ostale gibalne sposobnosti, s starostjo peša, posledica pa so padci in z njimi povezani zapleti (Lesinski in ostali, 2015; Papegaai in ostali, 2014; Ruffieux in ostali, 2017).

Največja neznanka pri vadbi ravnotežja ostaja intenzivnost vadbe, saj je objektivno ne moremo izmeriti. Zahtevnost vaje povečujemo oz. zmanjšujemo s spreminjanjem togosti podlage, z dodatno nalogo, z vključevanjem ali izključevanjem vidnega signala ali s pripomočki, kot so ravnotežne deske. Te so lahko različnih geometrijskih oblik, delujejo tako, da povzročajo bodisi vrtenje v sklepu ali pa premike težišča telesa, večina pripomočkov pa združuje obe vrsti gibanja s tem, da je eno izmed njiju bolj izpostavljeno (Strojnjin in Šarabon, 2003). Ne glede na posameznika je cilj vadbe za ravnotežje nenehno rušenje in vzpostavljane ravnotežja. Na ta način izvozemo v sklepu nenadne in nenehne premike, zaradi česar je takšna vadba lahko nevarna za padce.

Ena izmed možnih prilagoditev varnejše vadbe ravnotežja je vadba v vodi. S tem, ko izvajamo vaje za ravnotežje v vodi, odvzamemo dejavnik gravitacije. Vadba je tako varnejša in vadeče lažje izpostavljamo višji intenzivnosti, brez da bi občutili strah pred padcem. Hkrati ima vodno okolje svoje (hidrodinamične) zakonitosti, ki lahko vplivajo na izvedbo same vaje. Louder in sodelavci (2014) so dokazali, da je statična ravnotežna naloga v vodi zahtevnejša oz. bolj intenzivna kot na kopnem. Zato se postavlja vprašanje o razlikah v mehanizmi vzpostavljanja ravnotežja med enako ravnotežno nalogo na kopnem in v vodi.

Dejstvo je, da je vadba ravnotežja v vodi varnejša kot konvencionalna vadba na kopnem, a hidrodinamične lastnosti vode (predvsem upor in vzgon) spremenijo pogoje, v katerih vadimo. To bi lahko povzročalo drugačne obremenitve in prilagoditve pri izvedbi enake vadbe v obeh pogojih. Z namenom preveriti učinke in razlike med obema vrstama vadbe smo v študiji izvedli vadbo na ravnotežni deski v vodi in ekvivalentno vadbo na kopnem. Želeli smo preveriti učinke vadbe za ravnotežje v obeh

pogojih in hkrati, ali se učinki vadbe v vodi in na kopnem razlikujejo. Domnevali smo, da bomo pri obeh vadbenih intervencijah zasledili izboljšanje v vseh spremenljivkah ter da ne bo bistvenih razlik v učinkovitosti obeh metod.

■ Metode dela

Preizkušanci

V raziskavo je bilo vključenih 31 (14 žensk in 17 moških) študentov Fakultete za šport s povprečno starostjo $22,6 \pm 3,2$ let. Z naključnim izbiranjem smo jih razdelili v tri skupine. V prvi skupini, ki je izvajala vadbo za ravnotežje v vodi (VOD), je bilo 10 merjencev. V drugi skupini, ki je izvajala vadbo za ravnotežje na kopnem (KOP), 11. V tretji, kontrolni skupini (KON) pa 10 merjencev. Imeli so predhodne izkušnje z vadbo za ravnotežje na ravnotežnih deskah, prav tako so imeli predhodne izkušnje s testi, s katerimi smo merili ravnotežje in odzivno moč. Pred začetkom eksperimenta so bili seznanjeni s postopkom in morebitnimi zapleti. Eksperiment je bil izveden v skladu s Helsinško-Tokijsko deklaracijo.

Pripomočki in postopek

Dinamično ravnotežje smo merili s pomočjo naprave za merjenje y-testa. Za merjenje statičnega ravnotežja in odzivne moči smo uporabili pritiskovno ploščo (Kistler, Švica) in programsko opremo ARS (S2P, Slovenija). Vadbeno intervencijo smo izvajali s kovinskimi ravnotežnimi deskami, pri katerih navor deluje v antero-posteriorni smeri (V-deske) ali v medio-lateralni smeri (T-deske).

Meritve so potekale v Kineziološkem laboratoriju na Fakulteti za šport v Ljubljani. Izvedli smo jih dvakrat, prvič 7 dni pred vadbeno intervencijo in drugič 4 dni po vadbeni intervenciji. Pred meritvami smo izvedli en teden uvajalne vadbe. Na dan meritev je vsak merjenec najprej izvedel test statičnega ravnotežja na pritiskovni plošči. Za test smo izbrali stojo na odzivni nogi. S pomočjo plošče in programske opreme smo izmerili spremenljivke centra pritiska v časovnem intervalu 30 sekund. Test smo izvedli v dveh pogojih – z odprtimi in zaprtimi očmi. Spremljali smo spremenljivko skupne poti, izraženo v mm (pCP), povprečno hitrost premika CP, izraženo v mm/s (vCP), ter skupno površino CP, izraženo v mm² (CP).



Slika 1. Izvajanje y-testa dinamičnega ravnotežja, doseg v anteriorni smeri (levo) in ravnotežna deska za izvajanje vaje na kopnem (desno).

Nato je sledila meritev dinamičnega ravnotežja s pomočjo y-testa, kjer smo merili doseg z nasprotno nogo pri stoji na eni nogi (Slika 1). Izmerili smo dolžino dosega z levo in desno nogo v treh smereh – anteriorni, posteromedialni ter posterolateralni. Rezultat smo izrazili glede na dolžino noge po spodaj napisani enačbi. Dolžino spodnjega uda je predstavljala razdalja od ASIS (lat. "anterior spina iliaca superior") do lateralnega maleola.

Po testih dinamičnega in statičnega ravnotežja je sledilo standardizirano ogrevanje s stopanjem na 20 centimetrov visok lesen kvader v ritmu 120 korakov na minuto. Ogrevanje je trajalo 5 minut, po njem pa je vsak merjenec trikrat izvedel skok s polčepa (SP) in nato trikrat skok z nasprotnim gibanjem (SNG), pri obeh testih smo merili višino skoka (cm). Na dan meritve in dva dni pred meritvami merjenci niso imeli intenzivnih obremenitev.

Vadbena intervencija

Ker smo v uvodnem tednu vadbe s praktičnim poskusom ugotovili, da je intenzivnost vadbe na kopnem večja kot v vodi, smo intenzivnost izenačili tako, da smo prilagodili ravnotežno desko, s katero so vadili vadeči na kopnem. S pomočjo mehke pene, ki smo jo vstavili blizu osišča gibanja deske, smo poizkušali izenačiti intenzivnosti vad-

be na kopnem in v vodi. Spet smo izvedli kratek poskus in med 30-sekundo stoji na prilagojeni ravnotežni deski zabeležili v povprečju 3 kontakte deske s tlemi, enak rezultat smo dobili z neprilagojeno desko v vodi. Intenzivnost nam je na ta način uspelo izenačiti. Vadbena je potekala na bazenu Fakultete za šport po protokolu, ki je predstavljen v Tabeli 1. Vsak izmed vadečih je v eni vadbeni enoti opravil 3 serije vaje na T-deski in 3 serije vaje na V-deski. Vadbo so izvajali trikrat tedensko. Količino vadbe smo stopnjevali s podaljševanjem trajanja izvedbe, intenzivnost pa z motnjo vidnega signala. Vadbena intervencija je trajala 7 tednov.

Dobljene rezultate smo analizirali s pomočjo programa SPSS Microsoft Windows 22.0 (IBM Corporation, New York, ZDA). Za spremenljivke so bili izračunani standardni odkloni in povprečja. Za spremenljivke je bila preverjena normalnost porazdelitve, prav tako homogenost variance in homogenost regresije. S pomočjo analize kovariance smo izračunali vpliv vadbe in vadbene skupine na rezultat pri izbranih testih. Ob ugotovljenih razlikah smo za ugotavljanje mesta razlik uporabili LSD post-hoc test. Za spremljanje napredka znotraj skupin smo izvedli še t-test za odvisne vzorce. Statistična značilnost je bila sprejeta z dvostransko 5-odstotno napako alfa.

Rezultati

Rezultati primerjave parametrov statičnega ravnotežja znotraj skupin so prikazani v Tabeli 2. Zasledili smo statistično značilno izboljšanje v PCP znotraj VOD ($p = 0,015$) pri stoji na eni nogi z odprtimi očmi. Prav tako se je izboljšala PCP znotraj KOP ($p = 0,025$) pri stoji na eni nogi z zaprtimi očmi. T-test za odvisne spremenljivke je pri dinamičnem ravnotežju pokazal, da prihaja znotraj skupin do razlik v povprečjih pred in po vadbi (Tabela 3) ne glede na ostale skupine. Ugotovili smo, da se je pri KOP po vadbi izboljšal doseg v PM ($p = 0,025$) in PL ($p = 0,005$) smeri. Pri VOD pa se je izboljšal doseg v PL smeri ($p = 0,024$) neodvisno od drugih skupin.

Pri odzivni moči smo zasledili (Tabela 4), da se je pri KOP po vadbi izboljšala višina SP ($p = 0,035$), pri SNG pa so se razlike nakazovale ($p = 0,094$). Pri VOD je prišlo do značilnega izboljšanja SNG ($p = 0,038$), ne pa tudi SP ($0,105$).

Analiza kovariance (Tabela 5) ni pokazala razlik KOP, VOD in KON pri testih statičnega in dinamičnega ravnotežja, smo pa statistično značilne razlike zasledili pri SNG ($p = 0,029$). Post-hoc test je pokazal statistično značilne razlike med KON in KOP ($p = 0,011$). Razlike med KON in VOD so se nakazovale v prid VOD ($p = 0,083$). Statistično značilnih razlik med VOD in KOP nismo zasledili pri nobenem od testov.

Razprava

Rezultati naše raziskave so pokazali, da je imela vadba za ravnotežje na ravnotežnih deskah učinek predvsem na odzivno moč, medtem ko vpliva vadbe na statično ravnotežje nismo zasledili. Hkrati nismo zasledili razlik med VOD in KOP, zato domnevamo, da daje vadba z ravnotežnimi deskami v vodi podobne učinke kot vadba na kopnem, predvsem pri odzivni moči.

Tabela 1
Progresija vadbe za ravnotežje

Teden	1	2	3	4	5	6	7
	30 sekund	30 sekund	40 sekund	40 sekund	50 sekund	50 sekund	60 sekund
	Odprte oči	Zaprte oči	Odprte oči	Zaprte oči	Odprte oči	Zaprte oči	Odprte oči
Število ponovitev T deska	3	3	3	3	3	3	3
Število ponovitev V deska	3	3	3	3	3	3	3
	1 minuta	1 minuta	1 minuta	1 minuta	1 minuta	1 minuta	1 minuta

Tabela 2

Primerjava pCP, vCP in PCP pred in po intervenciji znotraj skupine

Test	Spremenljivka	Vidna info.	Skupina	Statistična značilnost
Statično ravnotežje	pCP	Odprte oči	KON	0,217
			KOP	0,236
			VOD	0,075
		Zaprte oči	KON	0,347
			KOP	0,164
			VOD	0,448
	vCP	Odprte oči	KON	0,233
			KOP	0,223
			VOD	0,076
		Zaprte oči	KON	0,347
			KOP	0,452
			VOD	0,166
	PCP	Odprte oči	KON	2,284
			KOP	0,275
			VOD	0,015*
		Zaprte oči	KON	0,35
			KOP	0,025*
			VOD	0,335

Legenda: pCP = skupna pot centra pritiska; vCP = povprečna hitrost premika; PCP = skupna površina poti centra pritiska; KOP = skupina, ki je vadila na kopnem; VOD = skupina, ki je vadila v vodi; KON = kontrolna skupina. *p < 0,05.

Tabela 3

Primerjava spremenljivk dinamičnega ravnotežja pred in po intervenciji znotraj skupine

Test	Smer dosega	Skupina	Doseg relativno (%)	Statistična značilnost
Dinamično ravnotežje	Anteriorno	KOP	81,88	0,461
			82,92	
		VOD	78,77	0,126
			80,69	
	Postero - medialno	KOP	102,64	0,025*
			105,84	
		VOD	96,80	0,024*
			102,01	
	Postero - lateralno	KOP	97,59	0,005*
			102,80	
		VOD	94,37	0,319
			96,80	

Legenda. KOP = skupina, ki je vadila na kopnem; VOD = skupina, ki je vadila v vodi. *p < 0,05.

Kar nekaj dosedanjih raziskav je pokazalo, da ima vadba v vodi enake, če ne celo boljše učinke na ravnotežje pri populaciji starostnikov in pri osebah s pridruženimi boleznimi oz. poškodbami (Arnold in ostali, 2012; Park in Roh, 2011; Javaheri in ostali, 2017; Anderson in Fishback, 2010;

Douris in ostali, 2003; Ergen in Ulkar, 2008). V literaturi je na voljo malo člankov, ki bi primerjali vadbi z enako ravnotežno nalogo pri populaciji mladih odraslih. Roth in sodelavci (2006) so preverjala razlike med 4-tedensko vadbo za ravnotežje in vadbo na kopnem pri mladih odraslih in ugotovili,

da sta obe vadbeni skupini izboljšali statično ravnotežje, kar ne sovпада z našim ugotovitvami. Tako v njihovi, kot tudi v naši študiji razlik med skupinama, ki sta vadili, ni bilo. Eden izmed glavnih razlogov za to, da nismo zasledili izboljšanja v testih ravnotežja, bi lahko bila količina vadbe, ki je bila v naši študiji za skoraj petino manjša. Drugič, obstajajo dokazi, da se pri vadbi ravnotežja izboljša predvsem naloga, ki jo vadimo, kar pomeni, da je vadba specifična (Schubert in ostali, 2008; Beck, 2007). V naši študiji smo izvajali zgolj vadbo s pripomočki, ne pa tudi ostalih ravnotežnih nalog, kot so storili Roth in sodelavci (2006). Hkrati nismo preverjali učinkov vadbe na specifično ravnotežno nalogo (stanje na deski), kar je ena izmed pomanjkljivosti naše študije.

Po vadbeni intervenciji na kopnem smo zasledili izboljšanje v odzivni moči, medtem ko so se izboljšave pri skupini v vodi nakazovale. Naše ugotovitve sovpadajo z ugotovitvami Bruhna in sodelavcev (2004) ter Keana in ostalih (2006). Višina skoka z nasprotnim gibanjem je povezana z več dejavniki, med drugim tudi z eksplozivno močjo oz. sposobnostjo proizvodnje velikih sil v kratkem času (Gruber in Gollhofer, 2004). Hitrost prirastka sile v prvih 100 ms se je v njihovi študiji po vadbi povečala, kar kaže na to, da vadba za ravnotežje izboljša živčno-mišično aktivacijo in posledično poveča togost v sklepih. Večja togost sklepov spodnjih okončin bi bil lahko eden izmed razlogov, zakaj je prišlo do izboljšanja v odzivni moči pri naših vadečih. Čeprav literatura kaže, da je vadba ravnotežja dobra metoda za izboljševanje odzivne moči pri mladih odraslih (Schubert in ostali, 2008; Zech in ostali, 2010; Gruber in Gollhofer, 2004), Cressey in sodelavci (2007) ugotavljajo, da je vadba na nestabilnih površinah iz vidika izboljševanja gibalnih sposobnosti (predvsem eksplozivne moči) uporabna le pri poškodovanih športnikih in osebah z nizkim nivojem gibalnih sposobnosti.

Večina raziskav, kjer so obravnavali vplive vadbe ravnotežja na funkcionalno dinamično ravnotežje, je pokazala izboljšanje tega parametra. Najpogostejše so v literaturi in praksi za oceno funkcionalnega dinamičnega ravnotežja uporabljali "Star Excursion Test" (Zecha in ostali, 2010), ki je razširjena različica y-testa ravnotežja, uporabljenega v naši študiji. Kljub ugotovitvam ostalih naših vadečih glede na kontrolno skupino niso uspeli izboljšati dinamičnega ravnotežja. Razlog bi lahko pripisali nizki količini vadbe. V večini študij so namreč izvajali

Tabela 4

Primerjava višine skoka iz polčepa in skoka z nasprotnim gibanjem znotraj skupin

Test	Skupina	Višina skoka (cm)	Statistična značilnost
SP	KON	31,73	0,976
		31,74	
	KOP	32,75	0,035*
		34,57	
	VOD	26,46	0,105
		27,69	
SNG	KON	34,96	0,119
		34,14	
	KOP	38,49	0,094
		39,94	
	VOD	28,29	0,038*
		29,65	

Legenda. KOP = skupina, ki je vadila na kopnem; VOD = skupina, ki je vadila v vodi; kontrolna skupina; SP = skok iz polčepa; SNG = skok z nasprotnim gibanjem. * $p < 0,05$.

Tabela 5

Rezultati analize kovariance pri skoku z nasprotnim gibanjem

Test	Skupina	Višina (cm)	St. napaka	N	F	p	η^2
SNG	KON	33,29	$\pm 0,647$	10	4,047	0,029*	0,231
	VOD	35,08	$\pm 0,728$	10			
	KOP	35,78	$\pm 0,667$	11			

Legenda. KOP = skupina, ki je vadila na kopnem; VOD = skupina, ki je vadila v vodi; kontrolna skupina; SNG = skok z nasprotnim gibanjem. * $p < 0,05$.

vadbene enote sestavljene iz več (vsaj 4–8) vaj, medtem ko smo v naši študiji v vadbeni intervenciji izvajali zgolj 2 vaji.

Vseeno je potrebno poudariti, da so se nazovale razlike v povprečjih znotraj KOP in VOD, neodvisno ena od druge ter od kontrolne skupine. Povprečja so kazala trend izboljšanja po vadbi. Potencialni vpliv vadbe na ravnotežnih deskah na dinamično ravnotežje, ne pa tudi na statično, bi lahko pojasnili s povečano sposobnostjo uravnavanja ravnotežja s pomočjo strategije kolka. Silva in sodelavci (2018) so ugotovili, da se med vadbo na ravnotežnih deskah ne izboljša zgolj sposobnost uravnavanja ravnotežja v gležnju in delovanje anti-gravitacijskih mišic okoli kolenskega sklepa, ampak se ravnotežje izboljša predvsem zaradi boljše splošne strategije za ohranjanje ravnotežja. Med drugim so zasledili tudi večjo aktivacijo mišic v kolku in večje premike v kolčnem sklepu med uravnavanjem ravnotežja po vadbeni intervenciji. Zaključili so, da z vadbo na ravnotežnih deskah uporabljamo bolj kolčno strategijo. To bi lahko bil razlog za izboljšanje rezultata pri y-testu v naši raziskavi. Med izvajanjem slednjega

je potrebno ravnotežni položaj uravnavati predvsem v kolku, pri stoji na eni nogi pa gre predvsem za uravnavanje ravnotežja s strategijo gležnja. Glede na ugotovljeno lahko sklepamo, da je za večji vpliv vadbe ravnotežja potrebno v program vadbe vključiti kompleksne vaje, pri katerih uporabljamo tako strategijo kolka, kot tudi gležnja in/ali koraka.

Naša študija je imela nekaj pomanjkljivosti. Dejstvo je, da smo pri izboru testov izpustili specifični test, pri katerem bi preverjali vplive vadbe na specifično nalogo – sposobnost ohranjanja ravnotežja na ravnotežni deski. Drugič, imeli smo relativno majhen vzorec merjencev, prav tako bi bilo treba študijo ponoviti na populaciji starejših in športnikov po poškodbi. Tretjič, morda smo uporabili premajhno količino vadbe, preizkušanci pa so bili mladi in zdravi odrasli, kar pomeni, da so imeli že v osnovi dobro ravnotežje, ki ga je težko izboljšati.

■ Zaključek

Ugotovitve naše študije kažejo podobne rezultate vadbe ravnotežja z uporabo

ravnotežnih desk v vodi in na kopnem. Vpliv vadbe se je pokazal v boljši odzivni moči, ne pa tudi v sposobnosti vzdrževanja statičnega ravnotežja in povečanju dosežene razdalje pri dinamičnem ravnotežju. Glede na to, da se vadba ravnotežja v vodi ni pokazala kot slabša v primerjavi z vadbo na kopnem, hkrati pa je bolj varna, zaključujemo, da predstavlja uporabno alternativo, ne samo pri vadbi starejših in poškodovanih, ampak tudi pri vadbi vseh ostalih, predvsem ko želimo izboljšati odzivno moč. Prav tako smo ugotovili, da se na področju motorične kontrole v vodi ponuja veliko neznank, ki bi jih v prihodnosti veljalo raziskati.

■ Literatura

- Anderson, R., L. in Fishback, E. (2010). Balance specific training in water and on land in older adults. 300–311.
- Arnold, C., M., Busch, A., J., Schachter, C., L., Harrison, E., L. in Olszynski, W., P. (2012). A randomized clinical trial of aquatic versus land exercise to improve balance, function, and quality of life in older women with osteoporosis, 296–306.
- Beck, S., Taube, W., Gruber, M., Amtage, F., Gollhofer, A. in Schubert, M. (2007). Task-specific changes in motor evoked potential of lower limb muscles after different training interventions. *Brain Research*, 1179, 51–60.
- Bruhn, S., Kullmann, N. in Gollhofer, A. (2004). The effects of sensorimotor training and strength training on postural stabilization. maximum isometric contraction and jump performance. 56–60.
- Cressey, E., M., West, C., A., Tibeiro, D., P., Kraemer, W., J. in Maresch, C., M. (2007). The effects of ten weeks of lower-body unstable surface training on markers of athletic performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 561–567.
- Douris, P., Southard, V., Varga, C., Schauss, W., Gennaro, C. in Reiss, A. (2003). The effect of land and aquatic exercise on balance scores in older adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 26(1), 3–6.
- Ergen, E., Ulkar, B. (2008). Proprioception and ankle injuries in soccer. *Clinics in Sports Medicine*, 27(1), 195–217.
- Gebel, A., Lesinski, M., Behm, D., G. in Granacher, U. (2018). Effects and dose-response relationship of balance training on balance performance in youth. 2067–2089. Pridobljeno iz: <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0926-0>.
- Gruber, M. in Gollhofer, A. (2004). Impact of sensorimotor training on rate of force development and neural activation. 98–105.

10. Gruber, M., Taube, W., Gollhofer, A., Beck, S., Amtage, F. in Schubert, M. (2007). Training-specific adaptations of H- and stretch reflexes in human soleus muscle. *Journal of Motor Behavior*, 39(1), 68–78.
11. Heitkamp, H., C., Horstmann, T., Mayer, F., Weller, J. in Dickhuth, H., H. (2001). Gain in strength and muscular balance after balance training, 285–290.
12. Hung, Y. (2015). Neuromuscular control and rehabilitation of the unstable ankle. *World Journal of Orthopedics*, 6(5), 434–438.
13. Javaheri, S., Rahimi, N., M., Rashidlamir, A. in Alikajeh, Y. (2017). The effect of water and land exercise programs in static and dynamic balance among elderly men. *Global Journal of Guidance and Counselling*, 2(1), 1–7.
14. Kean, C., O., Behm, D., G. in Young, W. (2006). Fixed foot balance training increase rectus femoris activation during landing jump height in recreationally active women. 138–148.
15. Kendel, R. E., Schwartz, J. H., Jessell, T. in Siegelbaum, S. A. (2014). New York: McGraw Hill Companies.
16. Kiers, H., van Dieen, J., Dekkers, H., Wittink, H. in Vanhees, L., A. (2013). Systematic review of the relationship between physical activities in sports or daily life and postural sway in upright stance. 1171–1189.
17. Louder, T., Bressel, E., Baldwin, M., Dolny, D., G. in Gordin, R. (2014). Effect of aquatic immersion on static balance. 53–65.
18. Park, J. in Roh, H. (2011). Postural balance of stroke survivors in aquatic and land environments. 905–908.
19. Roth, A., E., Miller, M., G., Richard, M., Ritenour, D. in Chapman, B., L. (2006). Comparisons of static and dynamic balance following training in aquatic and land environments. *Journal of Sports Rehabilitation*, 15(4), 299–311.
20. Ruffieux, J., Mouthon, A., Keller, M., Walchli, M. in Taube, W. (2017). Behavioral and neural adaptations in response to five weeks of balance training in older adults. *Journal of Negative Results in BioMedicine*, 16(11), 1–9.
21. Schubert, M., Beck, S., Taube, W., Amiage, F., Faist, M. in Gruber, M. (2008). Balance training and ballistic strength training are associated with task-specific corticospinal adaptations. 2007–2018.
22. Shumway-Cook, A. in Woollacott, M. H. (2012). ZDA: Lippincott Williams in Wilkins.
23. Silva, P., Mrachacz-Kersting, N., Oliveira, A., S. in Kiersting, U., G. (2018). Effect of wobble board training on movement strategies to maintain equilibrium on unstable surfaces. 231–238.
24. Strojnik, V. in Šarabon, N. (2003). Proprioceptivna vadba v roketu. 25–36.
25. Taube, W., Gruber, M. in Gollhofer, A. (2008). Spinal and supraspinal adaptations associated with balance training and their functional relevance. 101–116.
26. Taubert, M., Mehnert, J., Pleger, B. in Villringer, A. (2016). Rapid and specific gray matter changes in M1 induced by balance training. 399–407. Pridobljeno iz: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.03.017>
27. Zech, A., Hubscher, M., Vogt, L., Banzer, W., Hansel, F. in Pfeifer, K. (2010). Balance training for neuromuscular control and performance enhancement. 392–403.
28. Yaggie, A. in Campbell, B., M. (2006). Effects of balance training on selected skills. 422–428.

Matic Sašek, mag. kin
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport
msasek.matic@gmail.com