

Ugotavljanje odvisnosti obsega gibanja središča pritiska med stojo na mehki podlagi od števila zaporednih meritev

Effects of consecutive measurements of postural sway during standing on compliant surface

Naomi Novak¹, Darja Rugelj¹

IZVLEČEK

Uvod: Mehka podlaga se vse pogosteje uporablja pri obravnavi in vrednotenju ravnotežja. Vadba na mehki podlagi, imenovana tudi vadba za povečanje proprioceptivnega priliva, spada v sklop somatosenzorične vadbe in je pogosto sestavni del v ravnotežje usmerjene vadbe. **Namen:** V tem delu nas zanima, kakšna je časovna odvisnost spreminjanja gibanja središča pritiska pri mladih preiskovancih pri ponavljajočih se meritvah stoje na mehki podlagi. **Metode:** V raziskavi je sodelovalo 17 mladih preiskovancev ($21,4 \pm 2,3$ leta), 12 žensk in 5 moških. Deset zaporednih dni so preiskovanci stali po eno minuto na mehki podlagi z odprtimi in zaprtimi očmi na pritiskovni plošči, s katero smo merili gibanje središča pritiska. **Rezultati:** Analiza desetih zaporednih meritev na mehki podlagi ni pokazala pomembnih razlik med zaporednimi meritvami vseh opazovanih spremenljivk gibanja središča pritiska pri odprtih in zaprtih očeh. **Zaključek:** Za pomembno zmanjšanje gibanja središča pritiska in povečanje stabilnosti med stojo na mehki podlagi je potrebna daljša enkratna vadbena enota oziroma daljše obdobje vadbe.

Ključne besede: gibljiva podlaga, vadba za povečanje proprioceptivnega priliva, stabilnost stoje.

ABSTRACT

Background: Movable and compliant surfaces are increasingly used in treating and evaluating postural balance. This so called proprioceptive training is a part of somatosensory training and is often an integral part of the balance specific exercise programmes. The purpose of the present work was to identify effects of consecutive measurements of postural sway during standing on compliant surface in a group of young healthy persons. **Methods:** 17 young persons (21.4 ± 2.3 years), 12 women and 5 men participated in the study. For ten consecutive days, the subjects stood for one minute on a soft surface with open and closed eyes on the force plate while measuring the postural sway, i.e., the center of pressure movement. **Results:** The analysis of ten consecutive measurements on a compliant surface did not show a significant reduction in all observed variables of the center of pressure movement with open and closed eyes. **Conclusion:** For a significant increase in stability during the stand on a compliant surface, a longer exercise period or longer sessions are required.

Key words: soft surface, proprioceptive training, stability, balance.

¹ Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Ljubljana

Korespondenca/Correspondence: izr. prof. dr. Darja Rugelj, univ. dipl. org., viš. fiziot.; e-pošta: darja.rugelj@zf.uni-lj.si

Prispelo: 6.2.2018

Sprejeto: 23.2.2018

UVOD

Uporaba mehke in gibljive podlage se je v zadnjem času močno uveljavila. Cilj vadbe na mehki podlagi je povečati proprioceptivni priliv iz spodnjih in tudi zgornjih udov. Uporablja se pri v ravnotežje usmerjeni vadbi za starejše (1), kot preventiva pred padci (2) in pri vadbi po poškodbah mišično-skeletnega sistema mladih aktivnih oseb (3), vrhunskih športnikov (4) ter oseb z degenerativnimi spremembami (5). Izvajajo jo kot preventivo pred poškodbami pri športnikih, poročajo, na primer, o učinku vadbe na mehki podlagi na eni nogi pri mladih nogometaših, ki kažejo na manjše tveganje za zvin gležnja (6). Pogosta je tudi uporaba vadbenih protokolov z mehko podlago v rehabilitaciji (7).

Predhodne raziskave kažejo, da se v primerjavi s trdno podlago gibanje središča pritiska poveča, ko oseba stopi na mehko podlago (8). V povezavi s tem lahko z vadbo na mehki podlagi gibanje središča pritiska zmanjšamo (9). Pri preučevanju učinkovitosti vadbe na mehki podlagi so ugotovili, da pride do največjega zmanjšanja gibanja središča pritiska pri stoji z zaprtimi očmi, kadar so časovni intervali med ponavljajočimi se meritvami kratki (10). Ugotovili so, da se je po štirih tednih vadbe na mehki podlagi zmanjšala hitrost gibanja središča pritiska pri stoji na eni nogi, pri čemer je do največjih sprememb prišlo pri stoji z zaprtimi očmi (11). Pri raziskovanju učinkovitosti vadbe na mehki podlagi pri starejših poročajo, da se je med stojo na mehki podlagi pri odprtih očeh pomembno zmanjšalo gibanje središča pritiska v mediolateralni in anteroposteriorni smeri. Prav tako se je zmanjšala hitrost gibanja središča pritiska (1). Avtorji, ki so izvajali v ravnotežje usmerjeno vadbo pri starejših, ugotavljajo, da je pridobivanje ravnotežja hitrejše v skupini, ki je vadila na mehki podlagi, kot pri vadbi na trdni podlagi (2). Cheldavi in sodelavci (12) so v svoji raziskavi ugotovili, da se pri otrocih z motnjami avtističnega spektra gibanje središča pritiska učinkovito zmanjša po šestih tednih ravnotežne vadbe na trdni in mehki podlagi z odprtimi in zaprtimi očmi.

Vzdrževanje položaja, najpogosteje stoje, na mehki podlagi spremeni somatosenzorne in proprioceptivne informacije ter povzroči nestabilno in nepredvidljivo stojno površino (13). Spremeni

se kakovost informacij, ki jih oseba pridobi iz podplatov, saj se pritisk na podplate porazdeli drugače in tako oseba ne čuti ostro zamejenega središča pritiska. To je pomemben podatek, ki posamezniku omogoči, da ve, kje na podplatu je središče pritiska (14). Gibanje na mehki podlagi skupaj z zaprtimi očmi med izvajanjem vaje pomeni, da se oseba za ohranjanje ravnotežja zanaša predvsem na somatosenzorični, predvsem proprioceptivni in taktilni priliv, ter vestibularni sistem (13). Drugi učinek stoje na mehki podlagi je dinamičen, kajti elastičnost podporne ploskve povzroča zibanje telesa in posledično zahteva nenehno prilagajanje položaja delov telesa pri ohranjanju težišča telesa nad podporno ploskvijo (14). Dosedanje raziskave so pokazale, da so pomembne tudi mehanske lastnosti mehke podlage (8). Pri stoji na mehki podlagi z večjim modulom elastičnosti pride do večje spremembe v hitrosti gibanja središča pritiska (15). Poleg tega je za ohranjanje položaja na mehki podlagi potrebna tudi osredotočenost na izvedbo naloge, kar dodatno prispeva k zahtevnosti naloge (14).

Poleg vadbenih protokolov se mehka podlaga uporablja tudi za vrednotenje ravnotežja pri modificiranem testu senzorične interakcije. Stoja na mehki podlagi se v fizioterapiji uporablja za klinično ocenjevanje (16) ali kot ocena gibanja središča pritiska pri izvedbi modificiranega testa senzorične interakcije na pritiskovni plošči (17). Kratkoročna ponovljivost rezultatov gibanja središča pritiska na mehki podlagi je dobra do odlična ($ICC = 0,90$) (17). Zanima pa nas, kakšna je časovna odvisnost sprememb gibanja središča pritiska pri desetdnevni zaporedni meritvi stoje na mehki podlagi pri odprtih in zaprtih očeh.

METODE

Preiskovanci

V raziskavi je sodelovalo 17 mladih preiskovancev, 12 žensk in 5 moških (starost: $21,4 \pm 2,3$ leta, telesna masa: $67,5 \pm 8,8$ kg, telesna višina: $171,7 \pm 6,5$ cm). Podpisali so prostovoljni pristanek preiskovancev in bili pred začetkom izvajanja meritev seznanjeni s potekom testiranja in namenom raziskave. Raziskavo je odobrila Komisija Republike Slovenije za medicinsko etiko (0120-309/2018/3). Vključitveni dejavniki so bili: brez nevroloških težav, brez težav z razumevanjem, brez mišično-skeletnih poškodb

hrbtenice in/ali spodnjih udov v zadnjih šestih mesecih, brez slabosti, vrtoglavic, bolezní in zdravil, ki vplivajo na ravnotežje, in prisotnost preiskovanca na meritvah vseh deset zaporednih dni.

Merilna oprema

Meritve so potekale v biomehanskem laboratoriju Zdravstvene fakultete Univerze v Ljubljani. Za merjenje gibanja središča pritiska smo uporabili pritiskovno ploščo Kistler 9286AA (Wintherturs, Švica). Za mehko podlago smo uporabili blazino Airex, dimenzij 40 krat 60 cm in debeline 6 cm. Med pritiskovno ploščo in mehko blazino Airex je bila nameščena neдрseča gumijasta podlaga. Meritve na pritiskovni plošči smo zapisovali s pomočjo računalniškega sistema in pripadajoče programske opreme BioWare. Podatke smo zajemali s frekvenco 200 Hz in trajanjem 60 sekund. Dobljene podatke smo prenesli na strežnik in jih obdelali ter analizirali s programom za obdelavo stabilometričnih podatkov, ki je dosegljiv prek spletnega strežnika (18). Za nadaljnjo analizo smo izračunali štiri spremenljivke gibanja središča pritiska: dolžino poti, ki jo opravi gibanje središča pritiska v medio-lateralni in antero-posteriorni smeri, izraženo v centimetrih, povprečno hitrost gibanja središča pritiska, izračunano iz podatkov opravljene poti v 60 sekundah, in površino gibanja središča pritiska z uporabo Fourierjeve analize obrisa (FAO) (18).

Postopek meritev

Meritve so potekale deset dni zapored. Vsak dan so preiskovanci stali po 60 sekund na mehki podlagi z odprtimi in zaprtimi očmi. Zaporedje meritev je bilo naključno, določeno z računalniškim programom določanja naključnih zaporedij.

Preiskovanec je brez obutve stopil na mehko blazino Airex, ki je bila postavljena na pritiskovno ploščo. S stopali tesno skupaj je stal čim bolj mirno in sproščeno. Roke so bile sproščene ob telesu, glava vzravnana, pogled usmerjen naprej na točko v oddaljenosti dveh metrov. Glede na meritve, ki jo je preiskovanec izvajal, je imel oči odprte ali zaprte. Testiranje je bilo prekinjeno, če je preiskovanec odprl oči, premaknil stopala, premaknil roke ali stopil s pritiskovne plošče.

Statistične metode

Podatki so bili analizirani s programom za statistično obdelavo podatkov IBM SPSS Statistics 24 (Chicago, IL). Učinek stoje na mehki podlagi na gibanje središča pritiska v desetih zaporednih meritvah smo analizirali z analizo variance za ponovljene meritve in post hoc testi. Prvo in zadnjo meritev smo dodatno primerjali s parnim testom t.

REZULTATI

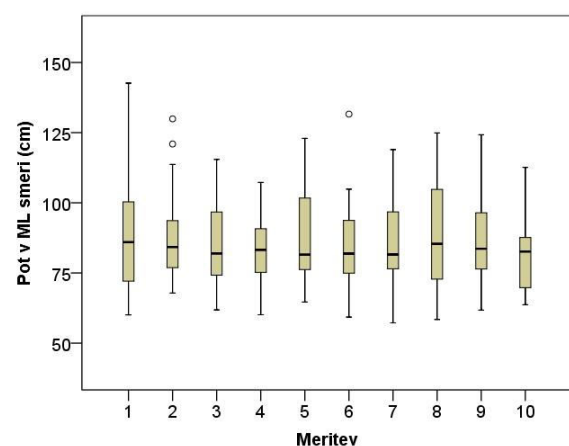
Analiza rezultatov desetih zaporednih meritev gibanja središča pritiska na mehki podlagi pri večini opazovanih spremenljivk ni pokazala pomembnih razlik med meritvami. Rezultati vseh štirih spremenljivk so v obliki škatel z ročaji predstavljeni na sliki 1 za gibanje središča pritiska med stojo na mehki podlagi z odprtimi očmi in na sliki 2 za gibanje središča pritiska med stojo na mehki podlagi z zaprtimi očmi. Statistično pomembne razlike ($p = 0,035$) so se pokazale le med zaporednimi meritvami pri odprtih očeh za antero-posteriorno pot gibanja središča pritiska. Post hoc test je pokazal pomembno razliko med deveto in deseto zaporedno meritvijo ($p = 0,011$). Pri preostalih treh spremenljivkah razlike med posameznimi meritvami niso bile statistično pomembne. V preglednici 1 so natančni podatki izračuna enosmerne analize variance za štiri spremenljivke gibanja središča pritiska v dveh različnih merilnih pogojih. Pri zaprtih očeh so se rezultati pri spremenljivki antero-posteriorna pot približali meji statistične pomembnosti ($p = 0,078$). Post hoc test je pokazal največjo razliko med prvo in deseto meritvijo ($p = 0,101$).

Pri stoji na mehki podlagi z odprtimi očmi se je hitrost gibanja središča pritiska v povprečju zmanjšala za 9 %, pot v antero-posteriorni smeri za 6 %, pot v medio-lateralni pa za 12 %. Pri zaprtih očeh se je hitrost gibanja središča pritiska zmanjšala za 18 %, pot gibanja središča pritiska v medio-lateralni smeri za 19 %, pot v antero-posteriorni smeri se je zmanjšala za 17 % in tudi površina za 12 %. Ti rezultati so podlaga za dodatno primerjavo učinka vadbe s parnim testom t.

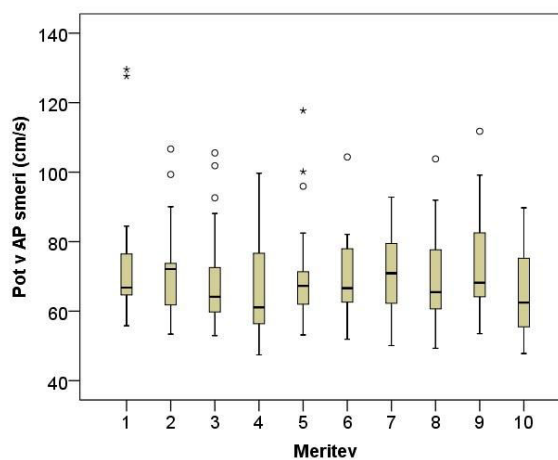
Preglednica 1: Rezultati primerjave desetih zaporednih meritev na mehki podlagi z odprtimi in zaprtimi očmi, izraženo z vrednostmi F in p.

Spremenljivka	Mehka podlaga, oči odprte		Mehka podlaga, oči zaprte	
	ANOVA F	(p)	ANOVA F	(p)
M-L pot	$F_{(9)} = 1,038$	$p = 0,485$	$F_{(9)} = 1,763$	$p = 0,218$
A-P pot	$F_{(9)} = 3,863$	$p = 0,035$	$F_{(9)} = 2,840$	$p = 0,078$
Hitrost gibanja SP	$F_{(9)} = 2,494$	$p = 0,106$	$F_{(9)} = 2,252$	$p = 0,133$
Površina	$F_{(9)} = 0,822$	$p = 0,615$	$F_{(9)} = 0,303$	$p = 0,953$

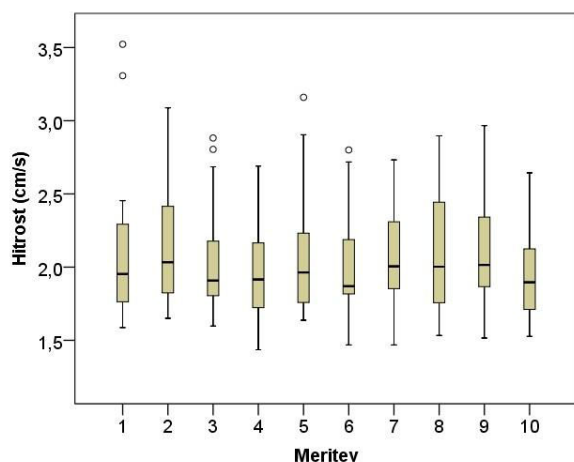
Legenda: A-P: antero-posteriorno, M-L: medio-lateralno, SP: središče pritiska.



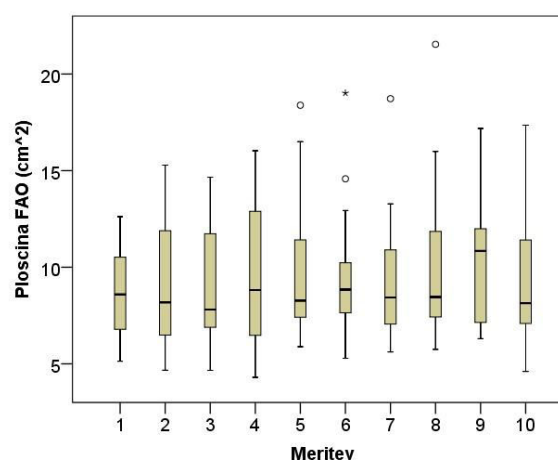
a



b

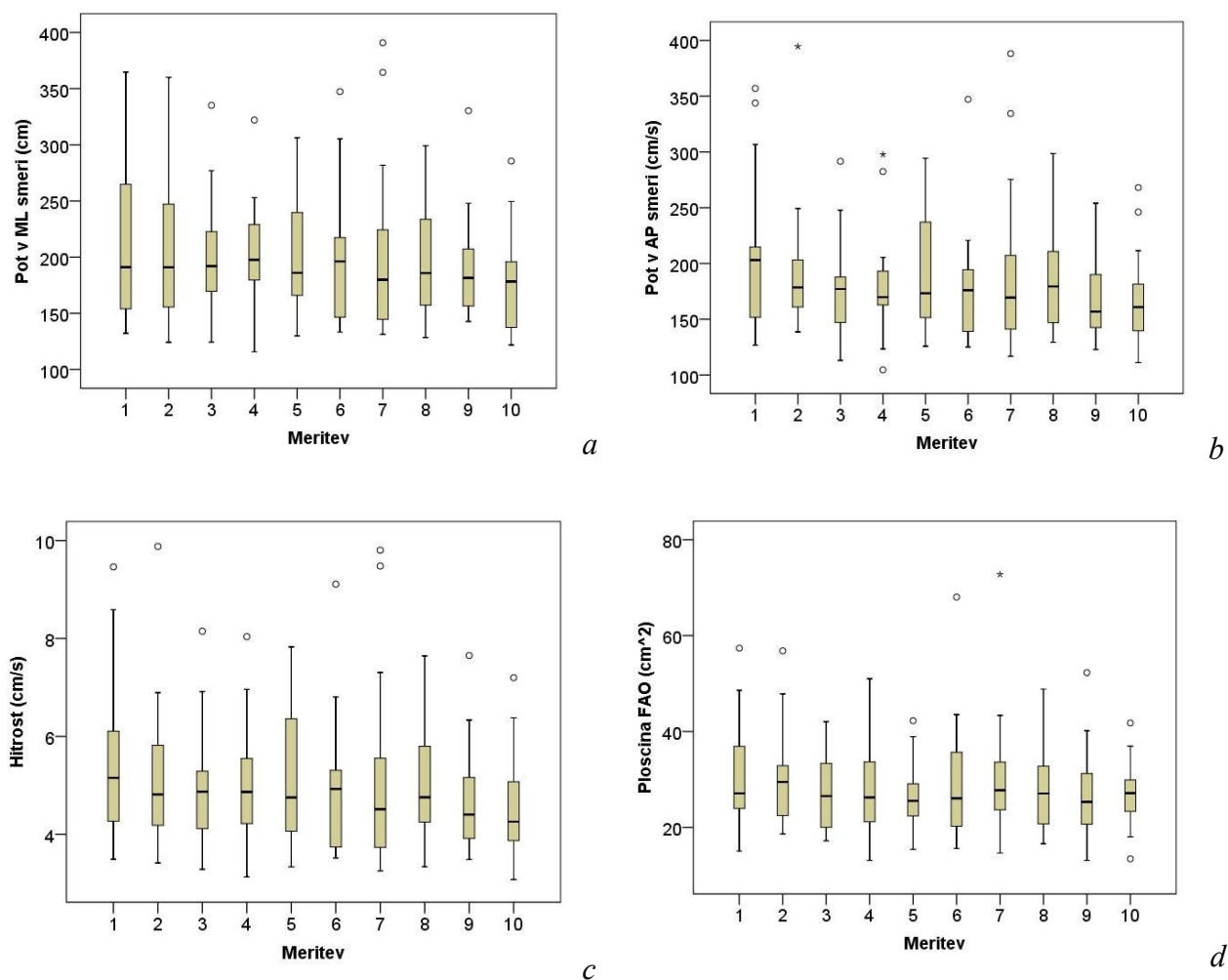


c



d

Slika 1: Rezultati desetih zaporednih meritev gibanja središča pritiska med stojo na mehki podlagi z odprtimi očmi, izraženi s štirimi spremenljivkami: a) povprečna pot v antero-posteriorni smeri, b) povprečna pot po dnevih v medio-lateralni smeri, c) povprečna hitrost, d) povprečna ploščina s Fourierevimi koeficienti. (Legenda: AP: antero-posteriorno, ML: medio-lateralno, FAO: površina, izračunana s Fourierevimi koeficienti).



Slika 2: Rezultati desetih zaporednih meritev gibanja središča pritiska med stojo na mehki podlagi z zaprtimi očmi, izraženi s štirimi spremenljivkami: a) povprečna pot v antero-posteriorni smeri, b) povprečna pot po dnevih v medio-lateralni smeri, c) povprečna hitrost, d) povprečna ploščina s Fourierevimi koeficienti. (Legenda: AP: antero-posteriorno, ML: medio-lateralno, FAO: površina, izračunana s Fourierevimi koeficienti).

Rezultati za stojo na mehki podlagi z odprtimi očmi so pokazali, da se je pot gibanja v antero-posteriorni smeri pomembno zmanjšala ($t = 2,205$, $p = 0,042$), gibanje v medio-lateralni smeri, hitrost gibanja središča pritiska in površina pa se niso pomembno spremenili ($t = 1,223$, $p = 0,239$; $t = 1,836$, $p = 0,085$; $t = 1,048$, $p = 0,310$).

Rezultati za stojo na mehki podlagi z zaprtimi očmi so pokazali, da se je pot gibanja v antero-posteriorni smeri pomembno zmanjšala ($t = 3,632$, $p = 0,002$), zmanjšala se je tudi v medio-lateralni

smeri ($t = 3,798$, $p = 0,002$) in prav tako se je zmanjšala hitrost gibanja središča pritiska ($t = 4,086$, $p = 0,001$), površina pa se ni pomembno spremenila ($t = 1,575$, $p = 0,135$).

RAZPRAVA

Za ugotavljanje časovne odvisnosti sposobnosti stabilizacije telesa med stojo na mehki podlagi smo se odločili zaradi pogostega poročanja preiskovancev in vadečih oseb, da »potrebujejo nekaj poskusov, potem pa gre«. Želeli smo preveriti, kakšna je dinamika pridobivanja

stabilnosti med vzdrževanjem pokončnega položaja na mehki podlagi v desetih zaporednih dneh vadbe. Ugotovili smo, da se po desetih zaporednih meritvah gibanje središča pritiska med stojo na mehki podlagi malo spreminja, in sicer tako pri odprtih kot pri zaprtih očeh. Dobljeni rezultati niso pokazali pomembne spremembe v nekaj prvih zaporednih meritvah, zato ne moremo potrditi anekdotičnih poročil preiskovancev ali udeležencev vadbe. Nasprotno rezultati kažejo precejšnjo razpršenost med preiskovanci in variabilnost med posameznimi dnevi. Na podlagi dobljenih rezultatov sklepamo, da je za pomembno povečanje stabilnosti stoje na mehki podlagi potrebna dalj časa trajajoča vadba oziroma večje število ponovitev enominutnih vadbenih enot v vadbeni seji, torej več kot dve minuti stoje na mehki podlagi v vadbeni enoti.

O povečanju stabilnosti oziroma zmanjšanju gibanja središča pritiska na mehki podlagi poročajo pri različnih skupinah preiskovancev, vendar obravnava navadno traja dlje, in sicer štiri (11) ali osem tednov (7), najpogosteje poročajo o rezultatih trimesečnih vadbenih protokolov (2), nekateri avtorji pa o rezultatih vadbe po osmih mesecih (1). Vadbena enota lahko traja od 4 (10) do 60 minut (2). Iz rezultatov naših meritev in pregleda literature lahko ugotovimo, da je za pridobivanje stabilnosti med stojo na mehki podlagi potrebno daljše obdobje oziroma daljše trajanje vadbene enote.

Le pri stoji z zaprtimi očmi je zelo občutljiv test t za tri izmed štirih spremenljivk pokazal pomembno razliko med prvo in zadnjo meritvijo, kar nakazuje začetek povečevanja stabilnosti v najbolj zaostrenih razmerah, to je na mehki podlagi brez vidnega priliva. Stoja na mehki podlagi skupaj z zmanjšano ali odsotno vidno informacijo povzroči večje gibanje središča pritiska (19), zato je za vzdrževanje stabilnega položaja potrebna povečana aktivacija mišic stopala. Borreani in sodelavci (20) so pokazali, da se aktivacija mišic na mehki podlagi v primerjavi s trdo podlago pomembno poveča, kar prispeva k spremembi medmišične koordinacije in ob ustreznem trajanju vadbe tudi k povečanju zmogljivosti mišic stopala.

V zgodnjem obdobju vadbe lahko pridobivanje pripisujemo izboljšanju medmišične koordinacije

in procesom motoričnega učenja. Spremembe, do katerih pride pri vadbi na mehki podlagi, se kažejo tudi na ravni osrednjega živčevja in so podobne spremembam, kot jih opazimo pri motoričnem učenju (21). Na temo vpliva motoričnega učenja na gibanje središča pritiska je bilo najdenih nekaj raziskav. Nordahl in sodelavci (10) v svoji raziskavi poročajo enake ugotovitve, da se gibanje središča pritiska najbolj zmanjša pri stoji na mehki podlagi z zaprtimi očmi. Dodajajo še, da do največjega učinka motoričnega učenja pride, ko je časovni interval med posameznimi meritvami najkrajši. Iz tega lahko sklepamo, da je enodneveni razmik med posameznimi meritvami optimalen. Zaradi razpoložljivosti sodelujočih preiskovancev in biomehanskega laboratorija ob koncu tedna pa je med 5. in 6. meritvijo prišlo do tridnevnega premora. Glede na to, da se trend sprememb vrednosti parametrov do 6. meritve pri večini spremenljivk ne spreminja, menimo, da to ni vplivalo na rezultate končnih meritev.

Namen našega dela ni bil ugotavljati zanesljivosti pri ponovljenih meritvah, vendar se je pokazalo, da so rezultati primerljivi s predhodnimi meritvami, ki kažejo na stabilnost rezultatov tako pri mladih kot starejših osebah (17) v položaju stoje s stopali skupaj in tudi stoje na eni nogi (22). Tako lahko še enkrat potrdimo zanesljivost meritev stabilnosti stoje z uporabo pritiskovne plošče.

Pomanjkljivost opisane raziskave je precej majhno število preiskovancev in zato velik vpliv variabilnosti ter osamelcev med preiskovanci na končne rezultate. Poleg tega je vadbena enota trajala le dve minuti. Opraviti bi bilo treba raziskavo z večjim številom preiskovancev različnih starostnih skupin in podaljšati vadbene enote na vsaj štiri minute.

ZAKLJUČEK

Zaporedne meritve gibanja središča pritiska ne pokažejo pomembne spremembe. Za pomembno povečanje stabilnosti stoje na mehki podlagi sta potrebni daljše obdobje vadbe in daljše trajanje posamezne vadbene enote.

LITERATURA

1. Rugelj D, Tomšič M, Sevšek F (2013). Do Fallers and Nonfallers Equally Benefit from Balance

- Specific Exercise Program? A Pilot Study biomed research international. Article Number: 753298.
2. Hirase T, Inokuchi S, Matsusaka N, Okita M (2015). Effects of a Balance Training Program Using a Foam Rubber Pad in Community-Based Older Adults: A Randomized Controlled Trial. *J Geriatr Phys Ther* 38 (2): 62–70.
3. Zech A, Hubscher M, Vogt L, Banzer W, Hansel F (2009). Neuromuscular training for rehabilitation of sport injuries: a systematic review. *Med Sci Sport Exerc* 41 (10): 1831–41.
4. Wintera T, Becka H, Walthera A, Zwippa H, Reinb S (2014). Influence of a proprioceptive training on functional ankle stability in young speed skaters – a prospective randomised stud, Center for Orthopedic and Trauma Surgery, University Hospital Carl Gustav Carus, Germany Published online: 25 Nov 2014.
5. Kristinsdottir EK, Baldusdottir B (2014). Effect of multi-sensory balance training for unsteady elderly people: pilot study of the »Reykjavik model«. *Disabil Rehabil* 36 (14): 1211–8.
6. McHugh MP, Tyler TF, Mirabella MR, Mullaney MJ, Nicholas SJ, (2007). The effectiveness of a balance training intervention in reducing the incidence of noncontact ankle sprains in high school football players. *Am J Sports Med.* 35 (8): 1289–94.
7. Bayouk JF, Boucher JR, Leroux A (2006) Balance training following stroke: effects of task-oriented exercises with and without altered sensory input. *Int J Rehabil Res* 29 (1): 51–9.
8. Patel M, Fransson PA, Johansson R, Magnusson M (2011). Foam posturography: Standing on foam is not equivalent to standing with decreased rapidly adapting mechanoreceptive sensation. *Exp Brain Res* 208 : 519–27.
9. Lee JY, Park J, Lee D (2011). The effects of exercising on unstable surfaces on the balance ability of stroke patients. *J Phys Ther Sci* 23: 789–92.
10. Nordahl SHG, Aasen T, Dyrkorn BM, Eiksvik S, Molvaer OI (2000). Static stabilometry and repeated testing in a normal population. *Aviat Space Environ Med* 71: 889–93.
11. Rothermel SA, Sheri AH, Hertel J, Denegar CR (2004). Effect of active foot positioning on the outcome of a balance training program. *Physical Therapy in Sport.* 5: 98–103.
12. Cheldavi H, Shakerian S, Boshehri SNS, Zarghami M (2013). The effects of balance training intervention on postural control of children with autism spectrum disorder: Role of sensory information. *Research in Autism Spectrum Disorders* 8 (1): 8–14.
- 13- Pagnacco G, Carrick FR, Pascolo PB, Rossi R, Oggero E (2012). Learning effect of standing on foam during posturographic testing preliminary findings. *Biomedical Sciences Instrumentation* 48: 332–9.
14. Rugelj D (2016). Model večkomponentne, v ravnotežje usmerjene vadbe pri starostnikih. *Fizioterapija* 24 (1): 63.
15. Gosselin G, Fagan M (2015). Foam pads properties and their eefcts on posturography in participants of different weigh. *Chiropr Man Therap* 23: 2.
16. Puh U, Kacin A, Rugelj D, Hlebš S, Jakovljević M (2016). Ocenjevanje v fizioterapiji. Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta: Oddelek za fizioterapijo.
17. Rugelj D, Hrastnik A, Sevšek F, Vauhnik R (2015). Reliability of modified sensory interaction test as measured with force platform. *Med Biol Eng Comput* 53: 525–34.
18. Sevšek F (2014) StabDat V 2.0. Faculty of health sciences, Ljubljana. <http://manus.zf.uni-lj.si/stabdat>.
19. Tomomitsu M, Alonso AC, Morimoto E, Bobbio TG, Greve J (2012). Static and dynamic postural control in low-vision and normal-vision adults. *Clinics* 68 (4): 13.
20. Borreani S, Calatayud J, Martin J, Colado JC, Tella V, Behm D (2014). Exercise intensity progression for exercises performed on unstable and stable platforms based on ankle muscle activation. *Gait & Posture* 39 (1): 404–9.
21. Taube W, Gruber M, Gollhofer A (2008). Spinal and supraspinal adaptations associated with balance training and their functional relevance. *Acta Physiol* 193 (2): 101–16.
22. Pavlović M (2017). Zanesljivost modificiranega testa senzorične interakcije na eni nogi na pritiskovni plošči. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani: Zdravstvena fakulteta.