

## Test stoje na eni nogi na pritiskovni plošči – zanesljivost pri mlajših in veljavnost pri starejših ženskah

Single – leg stance test measured with a force platform – reliability for young and validity for older women

Monika Pavlovič<sup>1,2</sup>, Darja Rugelj<sup>1</sup>

### IZVLEČEK

**Uvod:** Uspešno vzdrževanje stoje na eni nogi je pomembno za izvedbo vsakodnevnih dejavnosti. Namen raziskave je bil ugotoviti zanesljivost posameznega preiskovalca pri izvedbi testa stoje na eni nogi na pritiskovni plošči pri mladih zdravih preiskovankah in veljavnost pri starejših. **Metode:** V raziskavi je sodelovalo 12 mladih (18–23 let) in 20 starejših (60–82 let) žensk. Izmerili smo gibanje središča pritiska na trdi podlagi z odprtimi in zaprtimi očmi ter na mehki podlagi z odprtimi očmi. Za ugotavljanje zanesljivosti smo meritve ponovili po sedmih dneh. Za veljavnost konstrukta smo ugotavljali delež preiskovank, ki ne dosežejo najmanjšega zahtevanega trajanja meritve. **Rezultati:** Na trdi in mehki podlagi z odprtimi očmi spremenljivke hitrost in pot v medialno-lateralni in anteriorno-posteriorni smeri kažejo visoko zanesljivost (ICC = 0,82–0,89). Pri starejših preiskovankah je bil čas stoje na eni nogi prekratek za veljaven izračun gibanja središča pritiska. **Zaključki:** Visoka zanesljivost meritev z odprtimi očmi omogoča poglobljen vpogled v ravnotežje mladih, za starejše pa zaradi izrazitega učinka tal meritve niso veljavne.

**Ključne besede:** ravnotežje, test stoje na eni nogi, stabilometrija, senzorična interakcija, starostniki.

### ABSTRACT

**Background:** Maintenance of a single-leg stance is very important in performing daily activities. This study aimed to address the inter-rater reliability of the single-leg stance test measured with a force platform for young and validity for older women. **Methods:** Twelve young (18-23 years) and 20 older (60-82 years) women participated in the study. Center of pressure movement was measured on firm surface with eyes open and closed, and on a soft surface with eyes open. Measurements were repeated after 7 days for the reliability study. The construct validity was determined by the proportion of subjects who did not achieve the minimum required measurement duration. **Results:** On a firm and soft surface with eyes open variables velocity and mediolateral and anteroposterior center of pressure movement showed high reliability (ICC = 0.82–0.89). In the elderly, standing time was too short for a valid calculation of the center of pressure movement. **Conclusions:** High reliability of measurements with eyes open enables in-depth insight in balance of young subjects, while for the elderly the measurements are not valid due to the pronounced floor effect.

**Key words:** balance, single-leg stance test, stabilometry, sensory interaction, elderly.

---

<sup>1</sup> Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Ljubljana

<sup>2</sup> Univerza na Primorskem, Fakulteta za vede o zdravju, Izola

**Korespondenca/Correspondence:** asist. Monika Pavlovič, dipl. ort. in prot., mag. kin.; e-pošta: monika.pavlovic@zf.uni-lj.si

Prispelo: 1.8.2020

Sprejeto: 27.10.2020

## UVOD

Vzdrževanje pokončnega položaja je za človekove vsakodneвне dejavnosti zelo pomembno. Ljudje namreč vzdržujemo ravnotežje s premikanjem težišča telesa, ki tudi pri mirni stoji ne miruje (1). Sposobnost nadzorovanja telesnega težišča v odnosu do podporne ploskve je zelo pomembno za ohranjanje stabilnega položaja (2). Pri tem sodelujejo vidni, vestibularni in somatosenzorični sistemi (3). Zmanjšana podporna ploskev, mehka ali neravna podlaga ter odsotnost vidnega priliva povzročijo večjo nestabilnost in posledično tudi bolj izražene poskuse uravnavanja drže in ravnotežja. Prav tako postane uravnavanje drže in ravnotežja oteženo s staranjem. Upad natančnosti zaznavanja senzoričnih pobud in oslabitev mišičnih odzivov (4) sta neodvisna dejavnika tveganja za padce pri starejših osebah (5). Pri vsakodnevnih dejavnostih, kot so hoja, hoja po stopnicah, obračanje in oblačenje, se podporna ploskev zmanjša in je potrebno uspešno vzdrževanje ravnotežja na eni nogi. Ocenjevanje tega se v klinični praksi najpogosteje opravlja z izvedbenim testom stoje na eni nogi (6). Kljub odličnim merskim lastnostim testa stoje na eni nogi ima ta pri mladih in pri športnikih učinek stropa (7), zato je za analizo uravnavanja drže pri vrhunsko pripravljenih športnikih potrebna še dodatna informacija o integraciji senzoričnih informacij med stoji. Dodatne informacije lahko zagotavlja stabilometrija, ki omogoča ocenjevanje nadzora telesnega težišča z analizo gibanja središča pritiska na pritiskovni plošči (5).

Za klinično ugotavljanje relativnega prispevka vidnega, vestibularnega in somatosenzoričnega priliva na ravnotežje sta Shumway-Cook in Horak (8) predlagali klinični test senzorične interakcije, s katerim se oceni prispevek vidnega, vestibularnega in proprioceptivnega sistema na ravnotežje med mirno stoji s šestimi nalogami. Pozneje so test modificirali in se je v klinični praksi uveljavil test s štirimi nalogami. Pri testiranju ravnotežno bolj zmogljivih preiskovancev je treba zaostri testne pogoje in se zato uporablja test stoje na eni nogi (ne samo na trdi, temveč tudi na mehki podlagi) pri zdravih mladih preiskovancih (9) kot tudi pri posameznikih z okvaro delovanja osrednjega živčevja (10) z bolečinami v spodnjem delu hrbta (11) za ugotavljanje nestabilnosti gležnja oziroma uspešnosti rehabilitacije po zvinih gležnjev (12) in

mišično-skeletnih poškodbah kolen, zlasti sprednje križne vezi (13). Zato je poznavanje zanesljivosti in veljavnosti tega testa zelo pomembno za njegovo uspešno uporabo. Pri oceni ravnotežja stoje na eni nogi z zaprtimi očmi na mehki podlagi niti mlade osebe ne morejo zadržati toliko časa, da bi bila meritev na pritiskovni plošči veljavna. Puh in sodelavci (6) navajajo, da mlade zdrave preiskovanke v povprečju zadržijo položaj 4,5 sekunde, zato smo na pritiskovni plošči ocenili le tri naloge, trda in mehka podlaga in odprte oči ter trda podlaga in zaprte oči.

Kljub pogosti uporabi stabilometrije se še vedno raziskuje, kakšna sta klinični pomen meritev in ustrezen način interpretacije rezultatov (14). Na srečanju Mednarodnega združenja za raziskovanje drže in hoje (The international society of posture and gait research, 2009) je bil pripravljen predlog standardizacije stabilometričnih meritev (15). Za doseganje čim bolj natančnih vrednosti različnih spremenljivk gibanja središča pritiska predlagajo najkrajši čas zajemanja podatkov 30 sekund pri frekvenci vzorčenja najmanj 50 Hz. Za doseganje odlične zanesljivosti priporočajo povprečenje rezultatov treh zaporednih meritev (16). Kljub temu nekateri avtorji še vedno dvomijo v ponovljivost in zanesljivost stabilometričnih testov (17).

Namen raziskave je bil ugotoviti zanesljivost posameznega preiskovalca pri izvedbi testa stoje na eni nogi na pritiskovni plošči pri mlajših zdravih ženskah (poskus 1) v treh pogojih senzoričnega priliva. Nadalje smo ugotavljali delež starejših preiskovank, ki dosežejo najmanjše zahtevano trajanje meritev za veljavnost konstrukta istega testa pri dejavnih starejših ženskah (poskus 2) pri enkratni izvedbi meritev. Nato smo še med seboj primerjali rezultate med skupinama mlajših in tistih starejših, ki so dosegle zadostno trajanje stoje na eni nogi na trdi podlagi z odprtimi očmi.

## METODE

### Preiskovanci

V raziskavi je sodelovalo 32 žensk, izbranih naključno – 12 mlajših ( $20,67 \pm 1,6$  leta) v prvem poskusu in 20 starejših ( $69,3 \pm 5,8$  leta) v drugem poskusu. Vključitveno merilo je bilo stabilno splošno zdravstveno stanje. Izključitvena merila so

*Preglednica 1. Značilnosti preiskovank: antropometrični podatki in dominanca*

Telesne značilnosti	Starost (leta)	Telesna masa (kg)	Telesna višina (cm)	Dominantna/stoj-na noga
Mlajše preiskovanke				
Min-max	18–23	50–70	160–179	11 desna noga
Povprečje ± SD	20,67 ± 1,6	60,5 ± 7,4	168,08 ± 6,6	1 leva noga
Starejše preiskovanke				
Min-max	60–82	48–96	150–175	10 desna noga
Povprečje ± SD	69,3 ± 5,8	68,0 ± 13,0	162,5 ± 6,4	10 leva noga

*SD – standardna deviacija*

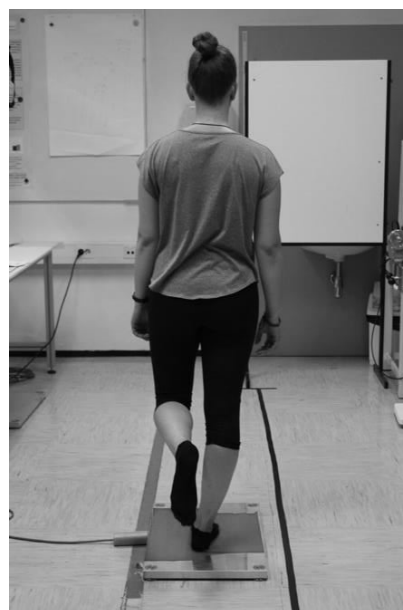
bile poškodbe hrbtenice in/ali spodnjih udov v zadnjih šestih mesecih, slabosti, vrtoglavice, bolezni ali uporaba zdravil, ki vplivajo na ravnotežje. Preiskovanke so podpisale prostovoljni pristanek k sodelovanju in izpolnile vprašalnik o telesnih značilnostih, ki so predstavljene v preglednici 1. Raziskavo je odobrila Komisija Republike Slovenije za medicinsko etiko (št. 0120-668/2017/7).

### Postopek meritev

Raziskava je potekala v biomehanskem laboratoriju Zdravstvene fakultete, Univerze v Ljubljani. Uporabili smo pritiskovno ploščo Kistler 9286AA (Winherthur, Švica) in njej pripadajočo programsko opremo BioWare (Kistler, Winherthur, Švica), prenosni računalnik, Airex blazino (50 x 41 x 6 cm; Sins, Švica) in neдрsečo podlago.

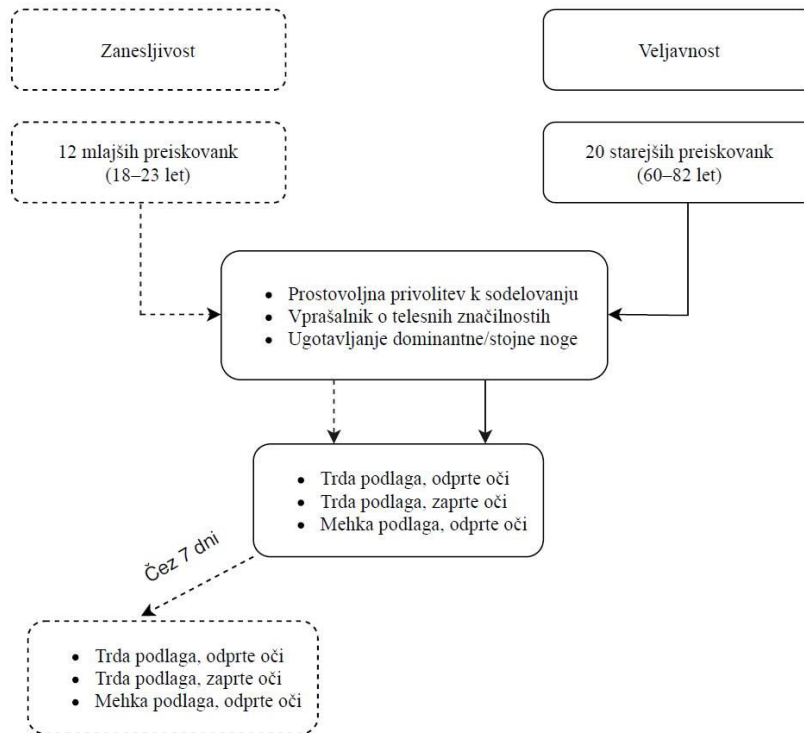
Pred izvedbo meritev smo pri mlajših preiskovankah testirali dominantno nogo s testom brca žoge (18). Pri starejših preiskovankah smo preverili, katera je njihova stojna noga tako, da so na naš ukaz »dvignite katero koli nogo« dvignile eno nogo (18). Tista noga, ki je ob tem ukazu ostala na tleh, je bila njihova stojna noga. Nato so preiskovanke brez obutve, vendar v nogavicah, z eno nogo stopile na pritiskovno ploščo (trda podlaga oči odprte in oči zaprte) oziroma na Airex blazino, ki smo jo pri tretjem senzoričnem pogoju (mehka podlaga oči odprte) postavili na pritiskovno ploščo. Pri stoji z zaprtimi očmi so se preiskovanke z odprtimi očmi postavile v predpisani položaj na ploščo. Ko so zaprle oči, smo začeli meritev. Preiskovanke so stale čim bolj mirno; roki sta bili sproščeno ob telesu. Glava je bila vzravnana in pogled usmerjen naravnost naprej v točko na steni v višini oči, ki je bila od njih oddaljena 2 metra. Druga noga je bila v kolenskem sklepu pokrčena za približno 90 stopinj;

ni se smela dotikati druge noge ali podlage (slika 1).



*Slika 1: Položaj preiskovank med testom stoji na eni nogi*

Podatke smo zajemali pri frekvenci vzorčenja 200 Hz. Test stoji na eni nogi (6) smo izvedli v treh testnih pogojih, na trdi podlagi z odprtimi očmi, na trdi podlagi z zaprtimi očmi in na mehki podlagi z odprtimi očmi. Zaporedje izvedbe meritev je prikazano na sliki 2. Najdaljši čas zadrževanja stoji na eni nogi v vseh treh testnih pogojih je bil 60 sekund. Rezultati preiskovank, ki so stale na eni nogi dlje od 30 sekund, so bili primerni za nadaljnjo analizo (15). Za izračun surovih podatkov smo uporabili programsko opremo Stab.Dat (19). V analizo smo vključili pet spremenljivk gibanja središča pritiska: hitrost gibanja središča pritiska, pot v medialno-lateralni (ML) smeri, pot v anteriorno-posteriorni (AP) smeri, ploščino, izračunano z metodo Fourierjeve



Slika 2: Diagram poteka raziskave

analize obrisa (FAO), in ploščino, izračunano z metodo lastnih vrednosti kovariančne matrike (PCA). Meritve smo pri mlajših preiskovankah ponovili po sedmih dneh, da bi preverili zanesljivost posameznega preiskovalca.

Poleg zajema podatkov s pritiskovno ploščo smo hkrati s štoparico merili tudi čas zadrževanja položaja. Meritev smo pred potekom najdaljšega časa prekinili, če je preiskovanka premaknila stopalo stojne noge, se z drugo nogo dotaknila stojne noge ali tal, stopila s plošče ali odprla oči, ko je stala na trdi podlagi z zaprtimi očmi. Med posameznimi meritvami so imele preiskovanke najmanj 30 sekund odmora, med katerim so stopile s pritiskovne plošče in sedle na stol.

### Statistična analiza

Za izdelavo tabel in grafični prikaz rezultatov smo uporabili Microsoft Excel 2019 (Microsoft, Redmond, Washington, ZDA) in za statistično analizo podatkov IBM SPSS Statistics 25 (IBM, Armonk, New York, ZDA). Z računanjem koeficientov asimetrije in sploščenosti ter Shapiro-Wilkovega testa smo preverili normalnost porazdelitev spremenljivk. Za ugotavljanje zanesljivosti posameznega preiskovalca med

ponovljenimi meritvami pri mlajših preiskovankah smo izračunali intraklasni korelacijski koeficient (angl. intraclass correlation coefficient – ICC). Uporabili smo dvosmerni model z mešanim učinkom (ICC<sub>3,k</sub>). Vrednosti, nižje od 0,5, kažejo na slabo zanesljivost, od 0,5 do 0,75 zmerno, od 0,75 do 0,9 visoko; vrednosti, večje od 0,9, kažejo na odlično zanesljivost (20). Mejno vrednost odstotka za učinek tal smo postavili na 15 % (21). Za ugotavljanje statistično značilnih razlik med skupinama mlajših in starejših preiskovank smo uporabili t-test za neodvisne vzorce. Raven statistične značilnosti je bila postavljena pri stopnji zaupanja  $p < 0,01$ .

## REZULTATI

### Zanesljivost testa stoje na eni nogi pri mladih preiskovankah

Najboljšo zanesljivost kažejo meritve na mehki podlagi z odprtimi očmi, saj je 4/5 spremenljivk pokazalo visoko zanesljivost, ena pa slabo. Na trdi podlagi z odprtimi očmi je 3/5 spremenljivk pokazalo visoko zanesljivost, preostali dve slabo, medtem ko kažejo vse spremenljivke slabo zanesljivost za meritve, izvedene na trdi podlagi z zaprtimi očmi (preglednica 2).

**Preglednica 2: Rezultati zanesljivosti posameznega preiskovalca pri izvedbi meritev stoji na eni nogi na pritiskovni plošči pri mlajših preiskovankah**

Spremenljivka (enota)	1. meritev	2. meritev	ICC <sub>3,k</sub>	95 % interval zaupanja
	Povprečje ± SD	Povprečje ± SD		
<b>Trda podlaga, oči odprte</b>				
Hitrost (cm/s)	3,69 ± 0,65	3,93 ± 0,97	0,83	0,40–0,95
Pot ML (cm)	148,56 ± 23,44	158,62 ± 41,62	0,83	0,42–0,95
Pot AP (cm)	135,07 ± 31,18	142,72 ± 34,76	0,85	0,48–0,96
Ploščina FAO (cm <sup>2</sup> )	9,01 ± 3,58	11,05 ± 5,14	0,22	-1,70–0,78
Ploščina PCA (cm <sup>2</sup> )	4,76 ± 1,59	5,65 ± 1,80	0,16	-1,93–0,76
<b>Trda podlaga, oči zaprte</b>				
Hitrost (cm/s)	9,05 ± 3,50	11,01 ± 9,39	-0,16	-3,03–0,67
Pot ML (cm)	321,94 ± 111,76	354,81 ± 188,47	-0,32	-3,57–0,62
Pot AP (cm)	299,73 ± 93,12	327,75 ± 96,10	0,11	-2,57–0,78
Ploščina FAO (cm <sup>2</sup> )	48,59 ± 43,24	30,78 ± 18,88	0,27	-1,93–0,82
Ploščina PCA (cm <sup>2</sup> )	16,64 ± 9,49	26,58 ± 34,46	0,24	-2,06–0,81
<b>Mehka podlaga, oči odprte</b>				
Hitrost (cm/s)	6,21 ± 2,19	5,94 ± 1,94	0,89	0,62–0,97
Pot ML (cm)	225,64 ± 49,18	238,21 ± 70,31	0,87	0,55–0,96
Pot AP (cm)	219,56 ± 67,24	209,72 ± 68,92	0,84	0,43–0,95
Ploščina FAO (cm <sup>2</sup> )	30,23 ± 31,82	21,30 ± 13,44	0,42	-1,03–0,83
Ploščina PCA (cm <sup>2</sup> )	10,94 ± 4,86	9,52 ± 4,05	0,84	0,43–0,95

AP – anteriorno-posteriorno, FAO – Fourierjeva analiza obrisa, ICC – intraklasni korelacijski koeficient, ML – medialno-lateralno, PCA – ploščina, izračunana z metodo lastnih vrednosti kovariančne matrike, SD – standardna deviacija

Vse mlajše preiskovanke so stale na trdi podlagi z odprtimi očmi 60 s (12/12), pri starejših preiskovankah pa le 30 % (6/20) (povprečen čas 38,1 ± 20,9 s). Na trdi podlagi z zaprtimi očmi je s tem časom stalo 92 % (11/12) mlajših (povprečen čas 57,1 ± 5,8 s) in le 5 % (1/20) starejših preiskovank (povprečen čas 9,6 ± 12,6 s). Na mehki podlagi z odprtimi očmi je 92 % (11/12) mlajših preiskovank doseglo 60 s (povprečen čas 57,8 ± 2,2 s), medtem ko izmed starejših preiskovank nobeni (0/20) ni uspelo ohraniti ravnotežja 60 s; le 20 % (4/20) preiskovank je doseglo čas, daljši od 30 s (povprečen čas 20,4 ± 15,4 s). Pri starejših preiskovankah smo tako ugotovili izrazit učinek tal, saj so se odstotki tistih, ki niso zmogle stati vsaj 30 s pri posameznem testu, gibali od najmanj 70 % do največ 95 %.

### Primerjava rezultatov med mlajšimi in starejšimi preiskovankami

Glede na to, da je stoji na eni nogi več kot 30 s uspešno zadržala večina starejših preiskovank (55 %) samo na trdi podlagi z odprtimi očmi, lahko te rezultate meritev gibanja središča pritiska primerjamo z rezultati mlajših preiskovank (preglednica 3).

### RAZPRAVA

Namen te raziskave je bil ugotoviti zanesljivost posameznega preiskovalca pri izvedbi meritev stoji na eni nogi na pritiskovni plošči pri mlajših zdravih preiskovankah ter morebitni učinek tal in tako preveriti veljavnost istega testa pri dejavnih starejših preiskovankah. Nadalje smo še primerjali rezultate med skupinama mladih in tistih starejših, ki so dosegle zadostno trajanje stoji na eni nogi na

**Preglednica 3: Primerjava rezultatov stoji na eni nogi na trdi podlagi z odprtimi očmi med mlajšimi in starejšimi preiskovankami**

	Mlajše preiskovanke (n = 12)		Starejše preiskovanke (n = 11)		t-test
	Povprečje	SD	Povprečje	SD	p
Hitrost (cm/s)	3,80	0,76	6,08	0,98	< 0,001*
Pot ML (cm)	153,59	31,24	232,02	43,10	< 0,001*
Pot AP (cm)	138,89	30,77	194,42	33,20	< 0,001*
Ploščina FAO (cm <sup>2</sup> )	10,03	3,32	167,75	245,04	0,072
Ploščina PCA (cm <sup>2</sup> )	5,21	1,25	19,47	11,29	0,002*

AP – anteriorno-posteriorno, FAO – Fourierjeva analiza obrisa, ML – medialno-lateralno, PCA – ploščina, izračunana z metodo lastnih vrednosti kovariančne matrike, SD – standardna deviacija

\*Spremenljivke izkazujejo statistično značilno razliko ( $p < 0,01$ ).

trdi podlagi z odprtimi očmi. Ugotovili smo visoko zanesljivost testa stoje na eni nogi na pritiskovni plošči med stojo na trdi in mehki podlagi z odprtimi očmi. Pri testu stoje na trdi podlagi z zaprtimi očmi je bila zanesljivost slaba. Starejše preiskovanke niso zmogle dovolj dolgo stati na eni nogi, da bi lahko pri vseh opravili zanesljiv izračun gibanja središča pritiska. Nezanestljivi izračuni gibanja SP (9) in izrazit učinek tal kažejo na zelo omejeno veljavnost konstrukta (22) testa stoje na eni nogi na pritiskovni plošči pri starejših preiskovankah. Pri primerjavi rezultatov smo ugotovili razlike med mladimi in starejšimi ženskami tako med časom stoje na eni nogi kot tudi pri spremenljivkah gibanja središča pritiska.

Test stoje na pritiskovni plošči se pogosto uporablja za ocenjevanje stabilnosti in ravnotežja tako pri mlajših kot pri starejših preiskovancih (5, 23–26). Kljub temu neenotni raziskovalni protokoli (postavitev stopal skupaj, v širini bokov, tandemska stoja, stoja na eni nogi ter in postavitev zgornjih udov, opazovanje različnih spremenljivk gibanja središča pritiska, različno trajanje meritev, frekvenca vzorčenja, senzorični pogoji ipd.) otežujejo neposredno medsebojno primerjavo raziskav. Zanesljivost testa stoje na eni nogi na pritiskovni plošči so že ugotavljali pri zdravih mladih preiskovancih (24–26) in mladih z motnjami v duševnem razvoju (23). Meritve so izvedli na trdi podlagi z odprtimi (23–26) in zaprtimi očmi (26), medtem ko po nam dostopnih podatkih še niso ugotavljali zanesljivosti testa stoje na mehki podlagi.

V naši raziskavi smo ugotavljali zanesljivost posameznega preiskovalca za stabilometrične meritve testa stoje na eni nogi pri mlajših preiskovankah med tremi senzoričnimi pogoji za pet spremenljivk gibanja središča pritiska (hitrost, pot ML, pot AP, ploščina FAO in ploščina PCA) s ponovljenimi meritvami v časovnem razmiku sedmih dni (rezultati so navedeni v preglednici 2). Pri stoji na **mehki podlagi z odprtimi očmi** so imele štiri spremenljivke visoko zanesljivost in le ploščina FAO slabo zanesljivost. Tudi v predhodnih poročilih o zanesljivosti meritev gibanja SP na mehki podlagi avtorji poročajo o visoki zanesljivosti meritev na mehki podlagi (27). Zaradi drugačnega položaja nog, stoja s stopali skupaj, neposredna primerjava ni mogoča. Pri stoji

na eni nogi **na trdi podlagi z odprtimi očmi** so imele tri spremenljivke (hitrost in pot ML ter AP) visoko zanesljivost, ploščini FAO in PCA pa slabo zanesljivost. V istih senzoričnih pogojih so Muehlbauer in sodelavci (25) pri zdravih mladih ženskah dokazali visoko do odlično zanesljivost (ICC = 0,76–0,92) spremenljivk gibanja središča pritiska. Da Silva in sodelavci (24) so dokazali visoko zanesljivost hitrosti gibanja središča pritiska pri starejših osebah (ICC = 0,82 v ML smeri in ICC = 0,85 v AP smeri). Pri mlajših osebah so dokazali zmerno do visoko zanesljivost (ICC = 0,75 v ML smeri in ICC = 0,72 v AP smeri). Blomqvist in sodelavci (23) so pri mladih z blago do zmerno motnjo v duševnem razvoju dokazali visoko zanesljivost hitrosti gibanja središča pritiska pri stoji na eni nogi (ICC = 0,89).

Pri stoji na **trdi podlagi z zaprtimi očmi** so imele vse opazovane spremenljivke gibanja središča pritiska slabo zanesljivost (preglednica 2). Rezultati so skladni s predhodno raziskavo (25) pri zdravih mladih preiskovancih ( $23 \pm 3$  leta), v kateri so avtorji prav tako poročali o slabi zanesljivosti testa stoje na eni nogi na trdi podlagi z zaprtimi očmi (ICC < 0,4). Poleg različnih časovnih razponov ponovljenih meritev drugih raziskav je do odstopanj v rezultatih morda prišlo tudi zaradi drugačnega (večjega) števila preiskovancev.

Pri starejših osebah test stoje na eni nogi na pritiskovni plošči v različnih pogojih senzoričnega priliva ni primeren zaradi izrazitega učinka tal, ki je posledica prekratkega časa vzdrževanja stoje na eni nogi in s tem premalo podatkov za veljavnost izračuna spremenljivk gibanja središča pritiska. Pri ponovni analizi podatkov z minimalnim časom, ki omogoča zanesljiv izračun gibanja središča pritiska (15) smo pri pogoju trda podlaga, odprte oči ugotovili, da je učinek tal sicer manjši (55 %), a še vedno visoko nad sprejemljivo mejo. Ker odločitev o veljavnosti testa temelji na dokazih o smiselnosti in zanesljivosti tega testa (22, 28), lahko s precejšno gotovostjo trdimo, da izvedba testa stoje na eni nogi v treh različnih pogojih senzoričnega priliva na pritiskovni plošči ni veljavna za skupino starejših žensk. V primeru izvedbe stabilometričnih meritev pri starejših lahko test stoje na eni nogi nadomestimo s stojo na obeh nogah s stopali skupaj (19) ali z drugimi testi za ocenjevanje ravnotežja, kot so test meje stabilnosti, test

motorične kontrole in test senzorične organizacije, ki imajo odlično zanesljivost pri starejših osebah (5).

Pri primerjavi rezultatov med mlajšimi in starejšimi preiskovankami smo ugotovili razlike med časom zadrževanja stoje na eni nogi. Poleg tega so bile tudi statistično značilne razlike pri širih spremenljivkah gibanja središča pritiska (preglednica 3). Rezultati so skladni s predhodnimi opazovanji sprememb uravnavanja drže in ravnotežja pri starejših osebah, ki se s starostjo slabša (4). V primerjavi z mlajšimi imajo starejše osebe hitreje gibanje in večje premike središča pritiska tudi med stojo na obeh nogah s stopali skupaj (29) in na eni nogi stojijo krajši čas.

## ZAKLJUČEK

Spremenljivke hitrost gibanja središča pritiska ter pot v medialno-lateralni in anteriorno posteriorni smeri so bile visoko zanesljive pri stoju na eni nogi (trda in mehka podlaga z odprtimi očmi) na pritiskovni plošči pri mlajših ženskah. Poleg tega kaže še ploščina PCA visoko zanesljivost na mehki podlagi z odprtimi očmi. Test stoje na eni nogi na trdi podlagi z zaprtimi očmi ne kaže zanesljivih rezultatov. Pri starejših ženskah pa test kot celota ni veljaven zaradi izrazitega učinka tal. Izjema je lahko le stoja na trdi podlagi z odprtimi očmi, ki jo je zmoglo opraviti največ preiskovank. To je omogočilo primerjavo med mlajšimi in starejšimi preiskovankami, ki je potrdila statistično značilne razlike tako med časom zadrževanja stoje na eni nogi kot pri primerjavi spremenljivk gibanja središča pritiska pri testu stoje na trdi podlagi z odprtimi očmi.

## ZAHVALA

Delo je bilo pripravljeno s sofinanciranjem Javne agencije za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (Program P3-0388). Avtorji se iskreno zahvaljujemo vsem preiskovankam, ki so sodelovale pri raziskavi, in Jerici Podvratnik za izvedbo meritev.

## LITERATURA

- Sevšek F, Rugelj D (2008). Analiza oblike in površine stabilograma. V: Posvetovanje Biomehanika v zdravstvu, 1. december 2009, Ljubljana. Zbornik predavanj. Ljubljana: Visoka šola za zdravstvo, 2008, 1–12.
- Shumway-Cook A, Woollacott MH (2017). Motor control: translating research into clinical practice. 5th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer, 44–227.
- Rugelj D (2014). Uravnavanje drže, ravnotežja in hotenega gibanja. 2. dopolnjena izdaja. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, 1–42.
- Cruz-Jimenez, M (2017). Normal changes in gait and mobility problems in the elderly. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 28(4): 713–25.
- Harro CC, Garascia C (2019). Reliability and validity of computerized force platform measures of balance function in healthy older adults. *J Geriatr Phys Ther* 42(3): E57-E66.
- Puh U, Pavlič N, Hlebš S (2015). Test stoje na eni nogi kot modificiran klinični test senzorične interakcije: zanesljivost posameznega preiskovalca pri ocenjevanju zdravih mladih odraslih. *Fizioterapija* 23(1): 30–40.
- Era P, Sainio P, Koskinen S, Haavisto P, Vaara M, Aromaa A (2006). Postural balance in a random sample of 7,979 subjects aged 30 years and over. *Gerontology* 52(4): 204–13.
- Shumway-Cook A, Horak FB (1986). Assessing the influence of sensory interaction of balance. Suggestion from the field. *Phys Ther* 66(10): 1548–50.
- Schneiders AG, Sullivan SJ, Graj AR, Hammond-Tooke GD, McCrory PR (2010). Normative values for three clinical measures of motor performance used in the neurological assessment of sports concussion. *J Sci Med Sport* 13(2): 196–201.
- Sullivan SJ, Hammond-Tooke GD, Schneiders AG, Gray AR, MCCrory P (2012). The diagnostic accuracy of selected neurological tests. *J Clin Neurosci* 19(3): 423–7.
- Maribo T, Iversen E, Andersen NT, Pedersen KS, Christensen BS (2009). Intra-observer and interobserver reliability of One Leg Stand Test as a measure of postural balance in low back pain patients. *Int Musculoskel Med* 31(4): 172–7.
- Linens SW, Ross SE, Arnold BR, Gayle R, Pidcoe P (2014). Postural-stability tests that identify individuals with chronic ankle instability. *J Athl Train* 49(1): 15–23.
- Ferdowski F, Rezaeian ZS (2018). Evaluating equilibrium in anterior cruciate ligament reconstruction. *J Phys Ther Sci* 30(5): 726–9.
- Sevšek F, Rugelj D (2011). Analiza in interpretacija meritev s pritiskovno ploščo. In: Rugelj D, Sevšek F, eds. Posvetovanje: Aktivno in zdravo staranje, 10. marec 2011, Ljubljana. Zbornik predavanj. Ljubljana: Zdravstvena fakulteta, 2011, 115–25.
- Scoppa F, Capra R, Gallamini M, Shiffer R (2013). Clinical stabilometry standardization: basic definitions – acquisition interval – sampling frequency. *Gait Posture* 37(2): 290–2.

16. Pinsault N, Vuillerme N (2009). Test-retest reliability of centre of foot pressure measures to assess postural control during unperturbed stance. *Med Eng Phys* 31(2): 276–86.
17. Baldini A, Nota A, Assi V, Ballanti F, Cozza P (2013). Intersession Reliability of a posturo-stabilometric test, using a force platform. *J Electromyogr Kinesiol* 23(6): 1474–9.
18. Melick VN, Meddeler BM, Hoogeboom TJ, Nijhuis-van der Sanden MWG, van Cingel (2017). How to determine leg dominance: The agreement between self-reported and observed performance in healthy adults. *PloS One* 12 (12): e0189876.
19. Sevšek F (2014). Stabilometrija: obdelava meritev: StabDat - V 2.0. Ljubljana: Zdravstvena fakulteta. <http://manus.zf.uni-lj.si/stabdat/>.
20. Koo TK, Li MY (2016). A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *J Chiropr Med* 15(2): 155–63.
21. McHorney CA, Tarlov AR (1995). Individual-patient monitoring in clinical practice: are available health status surveys adequate? *Qual Life Res* 4(4): 293–307.
22. Terwee CB, Bot SD, de Boer MR, van der Windt DA, Knol DL, Dekker J, Bouter LM, de Vet HC (2007). Quality criteria were proposed for measurement properties of health status questionnaires. *J Clin Epidemiol* 60(1): 34–42.
23. Blomqvist S, Wester A, Sundelin G, Rehn B (2012). Test-retest reliability, smallest real difference and concurrent validity of six different balance tests on young people with mild to moderate intellectual disability. *Physiotherapy* 98(4): 313–9.
24. da Silva RA, Bilodeau M, Parreira RB, Teixeira DC, Amorim CF (2013). Age-related differences in time-limit performance and force platform-based balance measures during one-leg stance. *J Electromyogr Kinesiol* 23(3): 634–9.
25. Muehlbauer T, Roth R, Mueeller S, Granacher U (2011). Intra and intersession reliability of balance measures during one-leg standing in young adults. *J Strength Cond Res* 25(8): 2228–34.
26. Ponce-González JG, Sanchis-Moysi J, González-Henriquez JJ, Arteaga-Ortiz R, Calbet JAL, Dorado C (2014). A reliable unipedal stance test for the assessment of balance using a force platform. *J Sports Med Phys Fitness* 54(1): 108–17.
27. 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(6): 525–34.
28. Vidmar G, Jakovljević M (2016). Psihometrične lastnosti ocenjevalnih instrumentov. *Rehabilitacija* 15 (Supl. 1): 7.
29. Baudry S, Dycgate J (2012). Age-related influence of vision and proprioception on Ia presynaptic inhibition in soleus muscle during upright stance. *J Physiol* 590(21): 5541–20.