

Izvedba testa stoje na eni nogi

Procedure of the one leg standing test

Evelin Nežič¹, Urška Puh², Sonja Hlebš²

IZVLEČEK

Izhodišča: Test stoje na eni nogi se pogosto uporablja za ocenjevanje pri ljudeh z različnimi motnjami ravnotežja. Je enostaven, hiter in poceni. Z merjenjem časa trajanja se ocenjuje sposobnost zadrževanja položaja stoje na eni nogi brez opore. Obstaja veliko različnih načinov izvedbe, merske lastnosti pa so raziskane le za nekatere različice testa. Namen pregleda literature je bil ugotoviti značilnosti najpogostejših načinov izvedbe testa ter ugotoviti, kateri postopek izvedbe testa stoje na eni nogi ima najboljše merske lastnosti. **Metode:** Literatura je bila pridobljena s pomočjo podatkovne baze člankov PubMed, spletnega iskalnika Google Scholar in knjižnih virov. **Rezultati:** Pregledane raziskave so pokazale, da so je najbolj zanesljiva izvedba ($ICC = 0,832-0,998$) testa, pri katerem je preiskovanec bos, stoji na tleh, z odprtimi in zaprtimi očmi, z rokama, prekrizanimi prek prsnega koša, stopalom nestojne noge v višini gležnja in z maksimalnim časom testiranja 45 sekund. **Zaključki:** Na podlagi pregledane literature predlagamo, da preiskovanec test izvaja bos, na tleh, z ničelnim položajem stopala stojne noge, z nestojno nogo v višini gležnja, z rokami prosto ob telesu in z maksimalnim časom 45 sekund. Za analizo podatkov se upošteva najboljša meritev izmed treh ponovitev. Merske lastnosti te izvedbe je treba še preveriti.

Ključne besede: testiranje, ravnotežje, veljavnost, zanesljivost, fizioterapija

ABSTRACT

Background: One leg standing test is a frequently used clinical tool for assessment of balance in persons with various balance disorders. It is easy, quick and cheap. It assesses postural steadiness in a static position by measuring time, in which an individual can maintain a position on one leg without the support. There are many different ways of performance, but psychometric properties are investigated only for some versions of the test. On the basis of a literature review we established features of the most frequent performances of the test and which procedure of the one leg standing test have confirmed greatest psychometric properties. **Methods:** Literature review was obtained through PubMed and Google Scholar database and literary sources. **Results:** According to the obtained information, we found that the best properties ($ICC = 0,832-0,998$) have test procedure performed barefoot, on the floor, with eyes open and closed, with arms crossed over the chest, with raised foot near ankle of stance limb, a maximum time of 45 seconds and describe performance of the test, which seems to us the most appropriate to perform. **Conclusions:** On the basis of literature review we suggest that the test is performed barefoot, on the floor, with foot of stance leg in neutral position, unweighted leg raised near ankle, with hands by the side and maximum time of 45 seconds. The best results from three repetitions are used for analysis. Psychometric properties of this procedure still need to be verified.

Key words: testing, balance, validity, reliability, physiotherapy

¹ Univerzitetni rehabilitacijski inštitut Soča, Linhartova 51, 1000 Ljubljana, Slovenija

² Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Oddelek za fizioterapijo, Zdravstvena pot 5, 1000 Ljubljana, Slovenija

Korespondenca/Correspondence: Evelin Nežič, dipl. fiziot.; e-pošta: evelyn989@gmail.com

Prispelo: 19.04.2012

Sprejeto: 10.05.2012

UVOD

Ravnotežje je celovita motorična spretnost, ki zahteva osrednjo obdelavo vestibularnih, vidnih in somatosenzornih informacij (1). Ocenjujemo ga lahko s kliničnimi testi ali z uporabo enostavnih do zelo zapletenih tehničnih pripomočkov, kot so pritiskovne plošče, ki merijo gibanje središča pritiska (2), in sistemi za analizo gibanja (3). Klinično ga pogosto ocenjujemo s testom stoje na eni nogi. Test stoje na eni nogi ocenjuje nadzor drže z merjenjem časa trajanja, ki ga posameznik lahko doseže z vzdrževanjem položaja na eni nogi brez opore. Daljši ko je čas, boljše je ravnotežje (4). Pri ljudeh sta prenos teže z dveh nog na eno in tako zmanjšanje podporne ploskve vključena v veliko dejavnostih vsakodnevnega življenja, kot so na primer obračanje, hoja po stopnicah, hoja in hkratno oblačenje (5). Test stoje na eni nogi zahteva premik težišča telesa nad stojno nogo, vzdrževanje orientacije v prostoru, ustrezno razporeditev teže in vertikalno poravnavo telesnih segmentov (6). Test stoje na eni nogi je enostaven, hiter in poceni (7, 8). Kljub pogosti uporabi tega testa pa v literaturi ni soglasja o njegovi natančni izvedbi (9), vključujoč obutev (10), testirano nogo (11, 12), položaj zgornjih in spodnjih udov (9, 13), maksimalen čas izvedbe in število ponovitev testa (13) ter pogoje, ki določajo prekinitev testa (14, 15). Izvedba testa se lahko tudi nadaljuje, s čimer se zahteva drugačno usklajevanje vidnega, vestibularnega in proprioceptivnega telesnega sistema (16).

Namen pregleda literature je bil ugotoviti značilnosti najpogostejših načinov izvedbe testa in ugotoviti, kateri postopek izvedbe testa stoje na eni nogi ima potrjeno največjo zanesljivost in veljavnost.

METODE DELA

Literatura je bila pridobljena s pomočjo podatkovne baze PubMed, spletnega iskalnika Google Scholar in knjižnih virov. Iskanje literature je bilo omejeno na slovenski in angleški jezik, neodvisno od leta objave. Poleg tega je bilo vključitveno merilo za prispevek navedba podatkov o načinu izvedbe testa stoje na eni nogi.

REZULTATI

Vključitvenim merilom je ustrezalo 41 prispevkov, in sicer 40 raziskovalnih člankov od leta 1984 do

2010 in ena doktorska disertacija iz leta 2009. Od teh je 19 prispevkov posredovalo podatke le o načinu izvedbe testa, zanesljivost testa stoje na eni nogi je raziskovalo 15 prispevkov in veljavnost šest prispevkov.

Izvedba testa

V raziskavah so test večinoma izvajali na trdi ravni podlagi (1, 10, 11, 14, 17–26) ali pritiskovni plošči (4, 5, 7, 27–29), pa tudi znotraj okvirja določene velikosti (8, 15), peni srednje gostote (30) ali na ozki letvi, rahlo dvignjeni od tal (31). Za nadaljevanje testa pa so uporabljali blazine airex (13, 32), pene srednje gostote in večosne podlage sistema Biodex (33), ravnotežne gredi (34), nagibne ravnotežne deske (32, 35).

Test so izvajali le z odprtimi očmi (5, 7, 17, 23, 27, 29, 36), le z zaprtimi očmi (37), z odprtimi in zaprtimi očmi – večinoma (1, 8–15, 20–22, 25, 26, 30, 33–35, 38) ali z uporabo črnih očal (31). Pri izvajanju testa z odprtimi očmi avtorji opisujejo, da so imeli preiskovanci pogled usmerjen naprej v točko v višini oči, ki je bila oddaljena od 60 cm do štiri metre (7, 9, 13, 14, 27, 30, 35).

Izvedbo testa so preiskovalci ponekod demonstrirali (10, 24, 39) ali pa ne (17). Pred izvedbo testa so imeli nekateri preiskovanci za preizkus položaja na voljo 20 sekund (7, 27) ali manj (13, 21). V dveh raziskavah so lahko preizkusili tudi podlago, na kateri bodo test izvajali (13, 33).

Merjenje se je največkrat začelo, ko je oseba dvignila stopalo od podlage (10, 11, 13–15, 17, 20, 22, 40), pa tudi po zvočnem signalu (4, 5, 33), ko je preiskovanec povedal, da je pripravljen (25, 38), ali, ko so roke preiskovanca zapustile oporo (8, 19). Pri izvedbi z zaprtimi očmi in pri izvedbi s hkratnim obračanjem glave pa takrat, ko je preiskovanec zavzel položaj (12, 14).

V večini raziskav so test izvajali le z dominantno nogo (15, 20, 22, 24, 27, 29, 30, 32, 33, 35, 41, 47). Le v eni raziskavi so test stoje na eni nogi izvajali le z nedominantno nogo (32). V nekaterih raziskavah pa so test izvajali na dominantni in nato še na nedominantni nogi (7, 9, 13, 14, 21, 25, 26, 38, 39, 44) ali pa so si preiskovanci sami izbrali

nogo, na kateri bodo izvajali test stoje na eni nogi (5, 8, 11, 12, 18, 19, 23, 37, 45, 46).

Preiskovanci so test večinoma izvajali bos (7–9, 11, 13, 14, 20, 27, 29, 33, 38) ali pa v športni obutvi (12, 22, 23), v nogavicah (17, 31) ali brez obutve (15). V eni raziskavi pa so test izvajali brez in z obutvijo (10).

Preiskovanci so med testom večinoma imeli roke prosto ob telesu (1, 5, 7, 8, 10, 12, 22, 34, 35) ali na bokih (4, 13, 14, 30, 37, 38, 40, 47), pa tudi prekrizane prek prsnega koša (8, 11, 20, 29, 48), držeč se za komolce (17) ali ramena (9). V treh študijah se pojavlja bolj nenavaden položaj rok, in sicer sta bili roki sklenjeni za hrbtom (26, 33) ali pa se je preiskovance z eno roko držale za gleženj pokrčene noge (31).

Nestojno nogo so imeli preiskovanci med izvedbo testa dvignjeno tako, da se z njo niso dotikali stojne noge (8, 10, 23, 25, 38, 46–48). V nekaj raziskavah se pojavlja bolj podroben opis položaja nestojne noge, kot je kolenski sklep v položaju 30° (7, 33), 45° (39) ali 90° fleksije (4, 35, 47), kolčni sklep pa v ničelnem položaju (35, 39) ali v položaju 30° fleksije (7, 33). Drugi avtorji navajajo, da so preiskovancem naročili, naj dvignejo nestojno nogo od tal za približno 10 cm (9, 37), v višino gležnja stojne noge (11), pet cm nad medialnim maleolom stojne noge (48), s stopalom v višino kolenskega sklepa stojne noge (15), pokrčeno v kolenskem sklepu za stojno nogo (32) ali z golenjo nestojne noge vzporedno s tlemi (41). Nestojna noga je bila lahko tudi v katerem koli položaju (27) ali v bolj nenavadnih položajih (12, 26),

Avtorji navajajo, da so test prekinili, če se je preiskovanec dotaknil podlage z nestojno nogo (5, 8, 10, 11, 13, 14, 17–23, 25, 26, 30, 31), če so preiskovanci na podporni ploskvi premaknili stopalo stojne noge iz prvotnega položaja (8, 10, 12–14, 17, 20, 22, 25, 26, 30, 46), če je preiskovanec premaknil roki ali nogi iz določenega položaja (1, 8, 11–14, 17, 19, 21, 26, 30), ko so preiskovanci uporabili roki ali dvignjeno nogo za oporo (8, 10, 15, 20, 22, 25), če je preiskovanec spustil nogo pod 45° fleksije v kolenu (14) ali spustil nogo pod 45° fleksije, vendar ne navajajo, v katerem sklepu (30).

Testiranje so prekinili tudi, kadar je preiskovanec premaknil telo izven okvirja, označenega na tleh (15), zahteval oporo preiskovalca (22, 39), spremenil položaj (39), premaknil blazino, na kateri je stal (13), pogledal stran od tarče (14) ali se dotaknil stolov za oporo (19). V dveh raziskavah (33, 38) so bili preiskovanci med izvedbo testa le opozorjeni, da morajo ob premiku rok ali nog iz prvotnega položaja te čim hitreje vrniti na prvotno mesto, v drugih raziskavah (1, 18, 24, 35) pa so med testom za lovljenje ravnotežja lahko premikali trup in ude. V eni raziskavi je le popolna izguba ravnotežja pomenila konec poskusa (35). Pri testu z zaprtimi očmi je bilo merjenje časa prekinjeno, če so preiskovanci odprli oči (8, 11–15, 20, 25, 26). Le v štirih raziskavah pa navajajo podatek, da je med izvajanjem testa za varnost ob preiskovancu stal preiskovalec, ki bi preprečil morebitni padec (5, 8, 10, 24).

Maksimalen čas testiranja med raziskavami prav tako variira. V večini raziskav je bil maksimalen čas 30 (1, 4, 5, 8, 17, 19, 20, 22, 24, 29, 30, 32, 39, 44, 48, 49) ali 45 sekund (10, 11, 23, 25, 46), v drugih pa od pet do 25 sekund (7, 21, 26, 33, 34, 45, 47), in celo 180 sekund (13). V dveh raziskavah je bil maksimalen čas izvedbe z odprtimi očmi 60 sekund, z zaprtimi pa 30 sekund (9, 12).

V večini raziskav so preiskovanci test izvajali trikrat, ne glede na to, ali so že v prvem poizkusu dosegli določen maksimalen čas (4, 5, 7, 11, 13, 15, 20, 21, 25, 30, 41, 47, 48), dvakrat (9, 14, 17, 37), štirikrat (38) ali petkrat (8). V nekaterih raziskavah pa so test izvajali trikrat le, če niso dosegli določenega maksimalnega časa v prvih dveh poskusih (1, 10, 12, 22, 23, 46), ali, če v nobenem izmed poskusov niso dosegli časa, večjega od deset sekund (39). V eni raziskavi so test ponovili tudi do petnajstkrat, če so v vseh prejšnjih poskusih preiskovanci izgubili ravnotežje (31). V raziskavi Riemanna in sodelavcev (33) pa so test ponavljali, če so med izvedbo testa naredili več kot tri »kompenzatorne« gibe telesa. Na voljo so imeli šest poskusov (33).

Za analizo pridobljenih rezultatov so v večini raziskav uporabili čas najboljše meritve (8–10, 14, 15, 20, 25, 37, 39, 41, 46) ali povprečni čas vseh poskusov (1, 7, 12, 13, 17, 31, 33), redko tudi

seštevek vseh treh merjenj (21). V dveh raziskavah (22, 24) so za analizo rezultatov uporabili čas prve in najboljše meritev, v drugih dveh raziskavah (11, 30) pa so uporabili čas najboljše meritve in povprečja meritev.

Zanesljivost in veljavnost testa

Zanesljivost testa stoje na eni nogi so preučevali v 15 raziskavah (7, 9–15, 17, 20, 26, 30, 38, 39, 41), veljavnost pa v šestih (5, 20, 38, 45–47). Rezultati raziskav v katerih so z interklasnim korelacijskim

koeficientom (ICC) ugotavljali zanesljivost izvedbe testa stoje na eni nogi na trdi podlagi z odprtimi in/ali zaprtimi očmi so povzeti v tabeli 1.

Zanesljivost so preiskovali tudi za izvedbo testa na blazini airex pri študentih (13) in otrocih (30), na ravnotežni gredi pri otrocih z downovim sindromom (41) in kadar so stoji na eni nogi pridruženi še gibi z glavo pri starejših (12) in odraslih (26) (tabela 2).

Tabela 1: Zanesljivost izvedbe testa stoje na eni nogi pri odprtih in/ali zaprtih očeh, izračunan interklasni korelacijski koeficient (ICC)

	Starejši (10, 17, 20)	Odrasli (11, 15)	Študenti (13, 38)	Otroci (14, 30)	Osebe z BVK (9)	Osebe s PB (39)
Odprte oči	0,75–0,99	0,93–0,95	0,81	0,91–1,00	/	0,50–0,94
Zaprte oči	0,74–0,95	0,83–0,99	0,69–0,81	0,56–0,96	0,86–0,91	/

BVK – bolečina v križu, PB – parkinsonova bolezen

V raziskavi Ageberga in sodelavcev (7) pa so zanesljivost testa ocenjevali na pritiskovni plošči glede na stabilometrične spremenljivke in ugotovili dobro zanesljivost za premike centra pritiska in

frontalne ravnine ter zmerno zanesljivost za premike v sagitalni ravnini (ICC 0,79–0,95).

Tabela 2: Zanesljivost izvedbe testa stoje na eni nogi na različnih podlagah in s pridruženim gibanjem glave, izračunan interklasni korelacijski koeficient (ICC)

	Airex blazina (13, 30)	Ravnotežna gred (41)	Stoji pridruženi gibi z glavo (12, 26)
Odprte oči	0,47–0,59	0,62	0,28
Zaprte oči	0,46–0,74	0,69	0,50

Veljavnost testa so ugotavljali iz različnih vidikov in pri različnih skupinah preiskovancev. Poročali so, da je test pozitivno povezan s tveganjem za padec pri zdravih starejših, pri čemer rezultat manj kot 30 sekund napoveduje tveganje za padec (odds ratio 108; 95 % CI; $p < ,007$). (46) ter z odkrivanjem periferne nevropatije (23). Povezava je pozitivna tudi z močjo mišic nog, s starostjo, telesno dejavnostjo, funkcijskim statusom, z zmogljivostjo prijema roke in forsirano vitlno kapaciteto (45). Niso pa našli povezave med testom in indeksom telesne mase, obsegom pasu in odstotkom telesne maščobe (45). Rezultati kažejo, da test dobro korelira s poostrenim Romberg testom, testom funkcijskega dosega in testom vstajanja s stola ($r = 0,45–0,67$) (10, 20). Ugotovili

pa so tudi visoko stopnjo veljavnosti vizualnega ocenjevanja testa v primerjavi s podatki, pridobljenimi s pritiskovno ploščo ($r = 0,83–0,84$) (38).

RAZPRAVA

Veliko raziskovalnih člankov ($n = 40$), v katerih je bil test stoje na eni nogi podrobno opisan, nakazuje na pogosto uporabo tega testa za ocenjevanje ravnotežja. Toda naš pregled literature je potrdil obstoj veliko različnih načinov izvedb testa stoje na eni nogi.

Glede na ugotovljeno zanesljivost testa stoje na eni nogi (ICC = 0,994–0,998) in število preiskovancev ter razpon starosti v vzorcu ($n = 549$ zdravih

prostovoljcev, starih od 18 do 99 let) kaže, da je izvedba testa, ki so jo uporabili Springer in sodelavci (11), za zdaj najbolj zanesljiva (tabela 3).

Tabela 3: Priporočena izvedba testa stoje na eni nogi – z najvišjo zanesljivostjo (11)

Položaj preiskovanca	Merila za prekinitvev testa	Merjenje in analiza testa
Na trdnih tleh, na nogi po lastni izbiri, bosi, z odprtimi in zaprtimi očmi. Pri izvedbi testa z odprtimi očmi so gledali v točko na steni v višini oči. Roke so imeli prekržane prek prsnega koša, stopalo nestojne noge je bilo v višini gležnja.	Odkrižanje rok, premik nestojne noge, dotik tal z nestojno nogo, premik stopala stojne noge ali odprtje oči pri izvedbi z zaprtimi očmi.	Maksimalen čas izvedbe je bil 45 sekund. Test so izvajali trikrat. Za analizo so vzeli najboljšo meritev.

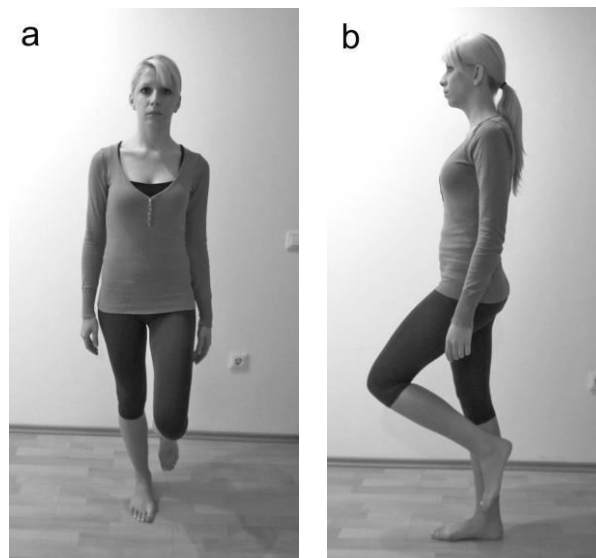
Raziskave kažejo, da je zanesljiva ($r = 0,99$) tudi za preiskovanca enostavnejša izvedba testa z rokami prosto ob telesu (10) in da je za izvedbo testa najboljši ničelni položaj stopala (50). Na podlagi teh rezultatov in nepodanih podatkov v opisu izvedbe testa Springer in sodelavcev (11) o navodilih preiskovancem, varnosti preiskovancev in možnosti preizkusa testa predlagamo naslednjo izvedbo testa. Testiranje se začne z razlago namena testiranja in navodili za izvedbo testa. Za varnost stoji zraven preiskovanca preiskovalec. Test preiskovanci izvajajo bosi, na nehrseči, trdi in ravni podlagi. Testni položaj: skočni sklep stojne noge ima preiskovanec v ničelnem položaju, nestojno nogo v višini gležnja. Roke ima prosto ob telesu. Pogled ima usmerjen naravnost (slika 1).

Preiskovanec lahko pred začetkom merjenja testa preizkusi testni položaj. Merjenje časa se začne, ko preiskovanec dvigne nogo od podlage. Test se izvaja do največ 45 sekund. Testiranje se prekine, če se preiskovanec dotakne podlage z dvignjeno nogo, premakne stopalo stojne noge iz prvotnega položaja ali premakne roki ali nogi iz določenega položaja. Test se izvede trikrat. Pri analizi podatkov se upošteva najboljša meritev.

SKLEP

Na podlagi pregledane literature smo ugotovili, da je dokazana najvišja zanesljivost pri postopku testa stoje na eni nogi, ki so ga opisali Springer in sodelavci (11). Glede na nekatere pomanjkljivosti pri omenjeni izvedbi testa in glede na najpogostejšo uporabo posameznih elementov izvedbe testa v pregledanih raziskavah, je bil ob

upoštevanju njihovih merskih lastnosti predlagan tudi postopek izvedbe testa, za katerega menimo, da bi lahko bil za izvajanje bolj primeren, vendar je treba merske lastnosti te izvedbe še preveriti. Predlagamo, da preiskovanec izvaja test bos, na tleh, z ničelnim položajem stopala stojne noge, nestojna noga je v višini gležnja, roke prosto ob telesu, maksimalen čas pa je 45 sekund. Za analizo podatkov se vzame najboljša meritev izmed treh ponovitev.



Slika 1: Priporočeni položaj za izvedbo testa stoje na eni nogi od spredaj (a) in s strani (b)

LITERATURA

1. Kammerlind ASC, Ledin TEA, Odkvist LM, Skargren EIB (2005). Effects of home training and additional physical therapy on recovery after acute

- unilateral vestibular loss – a randomized study. *Clin Rehabil* 19: 54–62.
2. Goldie PA, Bach TM, Evans OM (1989). Force platform measures for evaluating postural control: reliability and validity. *Arch Phys Med Rehabil* 70: 510–17.
3. Latash ML (1993) Control of human movement. Human Kinetics: Urbana, IL.
4. Jonsson E (2006). Effects of healthy aging on balance: a quantitative analysis of clinical tests. Stockholm: Karolinska Institutet, 4–50.
5. Jonsson E, Seiger A, Hirschfeld H (2004). One-leg stance in healthy young and elderly adults: a measure of postural steadiness? *Clin Biomech* 19: 688–94.
6. Rogers MW, Pai YC (1990). Dynamic transitions in stance support accompanying led flexion movements in man. *Exp Brain Res* 81: 398–402.
7. Ageberg E, Roberts D, Holmstrom E, Friden T (2003). Balance in single-limb stance in healthy subjects – reliability of testing procedure and the effect of short-duration sub-maximal cycling. *BMC Musculoskeletal Disorders* 4.
8. Bohannon RW, Larkin PA, Cook AC, et al. (1984). Decrease in timed balance test scores with aging. *Phys Ther* 64: 1067–70.
9. 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): 172–77.
10. Briggs RC, Gossman MR, Birch R, Drews JE, Shaddeau SA (1989). Balance performance among noninstitutionalized elderly women. *Phys Ther* 69(9): 748–56.
11. Springer BA, Marin R, Cyhan T, Roberts H, Gill NW (2007). Normative values for the unipedal stance test with eyes open and closed. *J Geriatr Phys Ther* 30(1): 8–14.
12. Suni JH, Oja P, Laukkanen RT, et al. (1996). Health-Related Fitness Test Battery for Adults: aspects of reliability. *Arch Phys Med Rehabil* 77: 399–405.
13. Emery CA, Cassidy JD, Klassen TP, Rosychuk RJ, Rowe BH (2005). Development of a clinical static and dynamic standing balance measurement tool appropriate for use in adolescents. *Phys Ther* 85(6): 502–14.
14. Atwater SW, Crowe TK, Deitz JC, Richardson PK (1990). Interrater and test-retest reliability of two pediatric balance tests. *Phys Ther* 70: 79–87.
15. Balogun JA, Ajayi LO, Alawale F (1997). Determinants of single limb stance balance performance. *Afr J Med med Sci* 26: 153–57.
16. Day BL, Steiger MJ, Thomson PD, Marsden CD (1993). Effect of vision and stance width on human body motion when standing: implications for afferent control of lateral sway. *J Physiol* 469: 479–99.
17. Giorgetti MM, Harris BA, Jette A (1998). Reliability of clinical balance outcome measures in the elderly. *Physiother Res Int* 3: 274–83.
18. Bergland A, Wyller TB (2004). Risk factors for serious fall related injury in elderly women living at home. *Inj Prev* 10: 308–13.
19. Cyarto EV, Brown WJ, Marshall AL, Trost SG (2008). Comparative effects of home- and group-based exercise on balance confidence and balance ability in older adults: cluster randomized trial. *Gerontology* 54: 272–80.
20. Franchignoni F, Tesio L, Martino MT, Ricupero C (1998). Reliability of four simple, quantitative tests of balance and mobility in healthy elderly females. *Aging (Milano)* 10: 26–31.
21. Gheysen F, Loots G, Waelvelde HV (2007). Motor development of deaf children with and without cochlear implants. *J Deaf Stud Deaf Educ* 13(2): 215–24.
22. Heitmann DK, Gossman MR, Shaddeau SA, Jackson JR (1989). Balance performance and step width in noninstitutionalized, elderly, female fallers and nonfallers. *Phys Ther* 69(11): 923–31.
23. Hurvitz EA, Richardson JK, Werner RA (2001). unipedal stance testing in the assessment of peripheral neuropathy. *Arch Phys Med Rehabil* 82: 198–204.
24. Iverson BD, Gossman MR, Shaddeau SA, Turner ME (1990). Balance performance, force production, and activity levels in noninstitutionalized men 60 to 90 years of age. *Phys Ther* 70(6): 348–55.
25. Wiksten DL, Perrin DH, Hartman ML, et al. (1996). The relationship between muscle and balance performance as a function of age. *Isokin Exerc Sci* 6: 125–32.
26. Wyss T, Marti B, Rossi S, Kohler U, Mader U (2007). Assembling and verification of a fitness test battery for the recruitment of the Swiss army and nation-wide use. *SGSM* 55(4): 126–31.
27. Hoffman M, Payne VG (1995). The effects of proprioceptive ankle disk training on healthy subjects. *JOSPT* 21(2): 90–3.
28. Nilsson G, Ageberg E, Ekdahl C, Eneroth M (2006). Balance in single-limb stance after surgically treated ankle fractures: a 14-month follow up. *BMC Musculoskeletal Disorders* 7: 35.
29. Šavor T, Strojnik V, Jakovljević M (2005): Vpliv bandaže in mirovanja skončnega sklepa na nekatere nevrofiziološke spremembe. V: 11. kongres fizioterapevtov Slovenije, Moravske Toplice, 19.–21. maj 2005. Ljubljana: Društvo fizioterapevtov Slovenije, 11–9.

30. Liao HF, Mao PJ, Hwang AW (2001). Test-retest reliability of balance tests in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 43: 180–86.
31. Hakkinen A, Holopainen E, Kautiainen H, Sillanpaa E, Hakkinen K (2006). Neuromuscular function and balance of prepubertal and pubertal blind and sighted boys. *Acta Paediatrica* 95: 1277–283.
32. Mlaker B, Hlebš S, Šarabon N (2009). Primerjava rezultatov ravnotežnih testov med kolesarji in nogometaši. V: 13. kongres fizioterapevtov Slovenije, Hotel Mons Ljubljana, 15.–16. maj 2009. Ljubljana: Društvo fizioterapevtov Slovenije, 55–65.
33. Riemann BL, Myers JB, Lephart SM (2003). Comparison of the ankle, knee, hip, and trunk corrective action shown during single-leg stance on firm, foam, and multiaxial surface. *Arch Phys Med Rehabil* 84: 90–5.
34. Bruininks RH (1978). *Manual of Bruininks-Oseretsky Test of motor proficiency*: Circle Pines, MN: American Guidance Service.
35. Paillard T, Noe F, Riviere T, Marion V, Montoya R, Dupui P (2006). Postural performance and strategy in the unipedal stance of soccer players at different levels of competition. *J Athl Train* 41(2): 172–76.
36. Lin MR, Hwang HF, Hu MH, Isaac HD, Wang YW, Huang FC (2004). Psychometric comparisons of the Timed Up and Go, One-Leg Stand, Functional Reach, and Tinetti Balance Measures in community-dwelling older people. *JAGS* 52: 1343–8.
37. Islam MM, Nasu E, Rogers ME, Koizumi D, Rogers NL, Takeshima N (2004). Effects of combined sensory and muscular training on balance in Japanese older adults. *Prev Med* 39: 1148–55.
38. Hauptstein T, Goldie P (2000). Visual judgements of steadiness in one-legged stance: reliability and validity. *Physiother Res Int* 5(3): 141–56.
39. Smithson F, Morris ME, Iansek R (1998). Performance on clinical tests of balance in parkinson's disease. *Phys Ther* 78(6): 577–92.
40. Fregly AR, Graybiel A (1968). An ataxia test battery not requiring rails. *Aerospace Medicine* 39: 277–82.
41. Villamonte R (2010). Reliability of 16 balance tests in individuals with Down syndrome. *Percept Mot Skills* 111(2): 530–42.
42. Harris AJ (1958). *Harris tests of lateral dominance*. New York, NY: The Psychological Corp: 10.
43. Verhagen E, Bobbert M, Inklar M, van Kalken M, van der Beek A, Bouter L, van Mechelen W (2005). The effect of a balance training programme on center of pressure excursion in one-leg stance. *Clin Biomech* 20: 1094–100.
44. Jarnlo GB, Thorngren KG (1991). Standing balance in hip fracture patients. *Acta Orthop Scand* 62: 427–34.
45. Drusini AG, Eleazer GP, Caiazzo M, et al. (2002). One-leg standing balance and functional status in an elderly community-dwelling population in northeast Italy. *Aging Clin Exp Res* 14: 42–6.
46. Hurvitz EA, Richardson JK, Werner RA, Ruhl AM, Dixon MR (2000). Unipedal stance testing as an indicator of fall risk among older outpatients. *Arch Phys Med Rehabil* 81: 587–91.
47. Norcross MF, Blackburn JT, Goerger BM (2009). Reliability and interpretation of single leg stance and maximum voluntary isometric contraction methods of electromyography normalization. *J Electromyogr Kinesiol*: 1–6.
48. Cho B, Scarpace D, Alexander NB (2004). Test of stepping as indicators of mobility, balance, and fall risk in balance-impaired older adults. *JAGS* 52: 1168–73.
49. Bohannon RW, Leary KM (1995). Standing balance and function over the course of acute rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil* 76: 994–6.
50. Schneiders A, Sullivan SJ, Mundermann A, O'Malley K (2011). The effect of foot angle on balance performance during unipedal stance. In: *Proceedings of the 2011 International World Confederation for Physical Therapy Congress*, Amsterdam, the Netherlands, June 2011.