

Andrej Kocjan



Vpliv dinamične posturalne kontrole na test skladnosti gibanja telesa

Izvleček

Vpliv dinamične posturalne stabilnosti na uspešnost izvedbe enostavnih gibalnih vzorcev je slabo raziskan. Cilj raziskave je bil ugotoviti, ali kakovost dinamične posturalne kontrole in lokalna vzdržljivost trupnih mišic vplivata na rezultat testa skladnosti gibanja telesa (angl. *functional movement screen*). V študijo je bilo vključenih 19 mlajših odraslih oseb, ki so bili v povprečju gibalno aktivni štiri krat tedensko. Preiskovanci so bili povprečno (standardni odklon) stari $19,7 \pm 5,1$ let, teški $71,6 \pm 10,5$ kilogramov in visoki $177 \pm 7,6$ centimetrov. Vsi preiskovanci so izvedli delni test skladnosti gibanja telesa, več-smerni test ravnotežja, sprednji most, stranski most in Biering-Sorensen test. Za testiranje povezanosti med testi smo uporabili Pearsonov korelacijski koeficient (r). Statistično značilna povezanost je bila sprejeta ali ovržena na ravni dvostranskega 5-odstotnega tveganja. Rezultati so pokazali statistično značilno srednjo povezanost ($r = 0,534 - 0,456$; $p < 0,049$) med uspešnostjo izvedbe več-smernega testa ravnotežja in rezultatom pri delnem testu skladnosti gibanja telesa. Ugotovili smo, da je sposobnost živčno-mišičnega upravljanja trupnih mišic in jakost odmikalk in iztegovalk kolka povezana z enostavnimi več-sklepnimi gibalnimi vzorci, ki jih pogosto srečujemo tako v športu kot v vsakdanjem življenju.

Glavne besede: posturalna kontrola, stabilnost, enostavni gibalni vzorci.



The effect of dynamic postural control on functional movement screen test score

Abstract

There are few studies about the effect of dynamic postural stability on functional movement performance. The aim of the present study was to investigate the effect of dynamic postural control and trunk muscles endurance on the score of functional movement screen test. Nineteen young participants were enrolled in the study. Their mean (standard deviation) age was 19.7 ± 5.1 years, weight was 71.6 ± 10.5 kilograms and height were 177 ± 7.6 centimetres. All subjects performed functional movement screen test (without shoulder mobility test), Y – balance test, prone plank, side plank and Biering-Sorensen test. Pearson correlation coefficient was used to measure the correlation between the tests. The level of statistical significance was set to $p < 0.05$. The results showed statistically significant moderate correlation ($r = 0.534 - 0.456$; $p < 0.049$) between Y – balance test and the score of functional movement screen test. The sensory-motor control of trunk muscles and the strength of hip abductor and extensor muscles seem to be important factors that affect the performance of basic movement patterns typically seen in sport and daily life.

Keywords: postural control, stability, basic movement patterns.

■ Uvod

V rehabilitaciji in trenažnem procesu funkcionalnost gibanja upravičeno pridobiva vse večji pomen, saj vaje, ki vključujejo večšklepne gibe bolj posnemajo vsakodnevne in športno specifične okoliščine. Večšklepni gibi so pogosto tudi večravniški. Poleg tega na njihovo uspešnost vpliva več gibalnih sposobnosti, zato je vrednotenje tovrstnih gibalnih nalog kompleksno. Test skladnosti gibanja telesa (TSGT) (angl. *functional movement screen*) je sestavljen iz sedmih testov, ki zajemajo ključne gibalne vzorce, s katerimi primarno vrednotimo gibljivost, koordinacijo in mišično jakost (Cook idr., 2006). Za uspeh pri testu sta ključna stabilnost in mobilnost posameznih sklepov (Milles idr., 2006). Študije kažejo, da tudi vrhunsko trenirani posamezniki niso sposobni kakovostno izvesti enostavnih gibalnih nalog in posledično za izvedbo giba uporabljajo kompenzatorne mehanizme, ki so velikokrat biomehansko napačni in dolgoročno vodijo do poškodb (Cook idr., 2011).

V športni praksi pogosto opazimo športnike z nezadostno gibljivimi iztegovalkami kolka, kar pri izpadnih korakih ali predklopih kompenzirajo s povečanim upogibom ledvenega dela hrbtenice. Slednje vpliva na asimetrično prerazporeditev sil med vretenci in poveča tveganje za pojav poškodb diskogenega tipa v spodnjem predelu hrbta (McGill, 2007). Za eksplozivno izvedena gibanja, kot sta na primer skok in met, je pri zdravih posameznikih značilen t. i. proksimalno-distalen princip mišične aktivacije. Za slednjega je značilno, da se mišice trupa aktivirajo pred mišicami okončin (Wade idr., 2018). Tako zaporedje mišične aktivacije ima dva pomena. Kontrakcija globokih trupnih mišic fiksira vretenca in zaščiti vitalno pomembne organe pred velikimi silami, ki jih na trup ustvarijo mišice nog ali rok. Nadalje, površinske mišice trupa fiksirajo medenico in prsni koš, kar agnostom, ki gibljejo kolk in rame, zagotavlja stabilno oporo in učinkovitejšo izvedbo giba. Stabilen trup je torej pogoj za učinkovito mobilnost okončin (Huxel Bliven in Anderson, 2013).

Zlati standard za vrednotenje stabilnosti trupa ne obstaja, ker na stabilnost vplivajo jakost, vzdržljivost, gibljivost, kinestezija in živčno-mišični nadzor. Gre za kompleksno sposobnost, ki je ni moč meriti samo z enim testom. V klinični praksi se za vrednotenje stabilnosti trupa uporablja preko 35

testov, med katerimi so pogosto sprednji (angl. *front bridge*) in stranski most (angl. *side bridge*), Biering-Sorensen test in večsmerni test ravnotežja (angl. *star excursion balance test*) (Butowicz idr., 2016).

Stranski in sprednji most, ki so ju podrobneje opisali Imai in Kaneoka (2016) ter McGill idr. (1999), sta namenjena vrednotenju vzdržljivosti v jakosti upogibalk in stranskih upogibalk trupa. Lokalna mišična vzdržljivost je ena izmed ključnih sposobnosti, ki vpliva na stabilnost trupa in zmanjšuje tveganje pred pojavom bolečine v spodnjem delu hrbta (BSH), ki jo v toku življenja utрпи približno 80 % ljudi (McGill, 2007). Nadalje, asimetrija med levimi in desnimi stranskimi upogibalkami trupa poveča tveganje pojava BSH (McGill, 2007). Sprednji most je v primerjavi s pogosto uporabljenim V-sedom primeren test predvsem zaradi lažjega nadzora položaja ledvenega predela hrbtenice pri netrenirani populaciji.

Biering-Sorensen test (Biering-Sorensen, 1983), ki je v znanstveni literaturi (izmed omenjenih testov) najbolj raziskan in uveljavljen test, je namenjen vrednotenju vzdržljivosti v jakosti iztegovalk trupa. Avtor testa je ugotovil, da je slabša vzdržljivost trupnih iztegovalk (ohranjanje vodoravnega položaja manj kot 176 sekund) povezana s pojavnostjo BSH v prihodnosti, in sicer pri moški populaciji. Ugotovljeno je bilo tudi, da so bili preiskovanci, ki pri testu Biering-Sorensena niso bili sposobni ohranjati vodoravnega položaja 58 sekund, izpostavljeni 3-krat večjemu tveganju pojava BSH v primerjavi s preiskovanci, ki so položaj ohranjali 108 in več sekund (Luoto idr., 1995).

Večsmerni test ravnotežja, ki so ga podrobneje opisali Gribble idr. (2012), je namenjen vrednotenju dinamične posturalne kontrole, ki je v največji meri odvisna od kakovosti živčno-mišičnega upravljanja trupnih mišic (Imai idr., 2014) in moči kolčnih mišic (Lee idr., 2015). Na pomen živčno-mišičnega upravljanja trupnih mišic sta prva opozorila Hodges in Richardson (1996), ki sta med hitrimi gibi ramena ugotovila zakasnjeno aktivacijo mišice *transversus abdominis* pri ljudeh z BSH. Usklajena aktivacija stabilizatorjev trupa je pomembna tudi pri preventivi športnih poškodb. Zakasneni refleksni odzivi nekaterih trupnih mišic po nenadni zunanji motnji so bili potrjeni pri športnikih z BSH, pri katerih predstavlja dejavnik tveganja za nastanek BSH v prihodnosti (Cholewicki idr., 2005).

Cilj raziskave je bil ugotoviti, ali je uspešnost pri delnem TSGT povezana z uspešnostjo izvedbe sprednjega in bočnega mosta, Biering-Sorensen testa in večsmernega testa ravnotežja. V znanstveni literaturi je povezanost med kliničnimi testi, ki vrednotijo stabilnost trupa, slabo raziskana. Po avtorjevem vedenju ni moč zaslediti študije, ki analizira vpliv uspešnosti izvedbe omenjenih testov na kakovost izvedbe enostavnih gibalnih vzorcev (TSGT).

■ Metode

V raziskavi je sodelovalo 19 mlajših odraslih (13 moških, 6 žensk), ki so bili v povprečju gibalno aktivni štiri krat tedensko. Preiskovanci so bili povprečno (standardni odklon) stari $19,7 \pm 5,1$ let, teški $71,6 \pm 10,5$ kilogramov in visoki $177 \pm 7,6$ centimetrov. Vsi preiskovanci so izvedli štiri klinične teste (sprednjim most, stranski most, Biering-Sorensen test, večsmerni test ravnotežja) in delni TSGT. Pred testiranjem so starši oz. skrbniki preiskovancev podpisali formalno soglasje o sodelovanju.

Pri delnem TSGT je preiskovalec ocenjeval kakovost izvedbe šestih gibalnih vzorcev; počep z rokami v vzročenju (angl. *deep squat*), prehod preko ovire (angl. *hurdle step*), polklek v liniji (angl. *in-line lunge*), dvig v oporo trebušno za rokami (angl. *trunk stability push up*), dvig iztegnjene noge leže hrbtno (angl. *active straight leg rise*) in test rotacijske stabilnosti trupa (angl. *rotatory stability*). Z omenjenimi testi primarno vrednotimo jakost trupa v bočni in prečni ravnini, gibljivost kolka v bočni ravnini, gibljivost zgornjega skočnega sklepa v bočni ravnini, gibljivost prsnega dela hrbtenice v bočni ravnini, ravnotežje celotnega telesa in jakost kolka v čelni ravnini. Za vsakega od šestih podtestov so preiskovanci glede na kriterije izvedbe gibalne naloge (Cook idr., 2011; Cook idr., 2006) prejeli oceno od 1 do 3. Preiskovanci so vsak test izvedli trikrat. Za končno analizo je preiskovalec uporabil najboljši rezultat. Največje možno število točk je 18 in kaže na najvišjo kakovost izvedbe šestih gibalnih nalog. Podtest gibljivosti ramena, ki spada v baterijo TSGT je bil izvzet, ker po avtorjevem mnenju ni povezan z ostalimi štirimi testi, s katerimi posredno vrednotimo stabilnost trupa.

Pri testih lokalne vzdržljivosti trupnih mišic (sprednji most, stranski most, Biering-Sorensen test) so se preiskovanci pred meritvijo seznanili s pravilnim položajem telesa med testom. Sledila je meritev časa, pri



Slika 1. Prikaz izvedbe večsmernega testa ravnotežja v anteriorni smeri (A), postero-medialni smeri (B) in postero-lateralni smeri (C).

kateri so preiskovanci vztrajali v ohranjanju pravilnega položaja telesa do odpovedi. Preiskovalec je z verbalnimi navodili (start/stop) naznanil začetek in konec testa, pri katerem je meril čas ohranjanja položaja telesa. Daljši čas pomeni boljšo vzdržljivost trupnih mišic.

Pri večsmerne testu ravnotežja je preiskovalec meril relativno doseženo razdaljo, ki jo je preiskovanec z nedominantno nogo dosegel v anteriorni, postero-medialni in postero-lateralni smeri. V vsaki smeri so preiskovanci izvedli tri ponovitve. Merili smo razdaljo od centra stopala stojne noge do točke dotika podlage sprednjega dela stopala nestojne/proste noge (Slika 1). Za nadaljnjo analizo je bila izbrana ponovitev, pri kateri je preiskovanec dosegel največjo razdaljo. Slednja je bila izražena kot odstotek dolžine spodnje ekstremitete (razdalja od sprednjega črevničnega trna do distalnega dela golenice).

Podatki so bili obdelani s statističnim paketom SPSS. Za ugotavljanje povezanosti med delnim TSGT in ostalimi štirimi testi je bil uporabljen Pearsonov korelacijski koeficient (r). Normalnost porazdelitve je bila preverjena s Shapiro-Wilk testom. Statistično značilna povezanost je bila sprejeta ali ovržena na ravni dvostranskega 5-odstotnega tveganja.

■ Rezultati in razprava

Rezultati so pokazali statistično značilno srednjo povezanost med uspešnostjo v delnem TSGT in uspešnostjo v večsmerne testu ravnotežja v vseh smereh (Slika 2). V anteriorni smeri (Slika 1, graf A) je bila povezanost 0,534 ($p < 0,019$), v postero-lateralni smeri (Slika 1, graf B) 0,515 ($p < 0,024$)

in v postero-medialni smeri (Slika 1, graf C) 0,456 ($p < 0,049$). Rezultati pri testu Biering-Sorensen in stranskem ter sprednjem mostu niso bili značilno povezani z rezultati, doseženimi pri delnem TSGT ($p > 0,05$).

Omenjeni rezultati so v skladu s pričakovanji, ker kažejo, da raven posturalne kontrole pomembno vpliva na kakovost izvedbe osnovnih gibalnih vzorcev. Stabilnost trupa in mobilnost kolka sta namreč pomembna dejavnika, ki zagotavljata uspešen prenos energije med segmentni (Hedrick, 2000). Kot omenjeno na stabilnost trupa vpliva več dejavnikov, ki jih vrednotimo tudi z delnim TSGT.

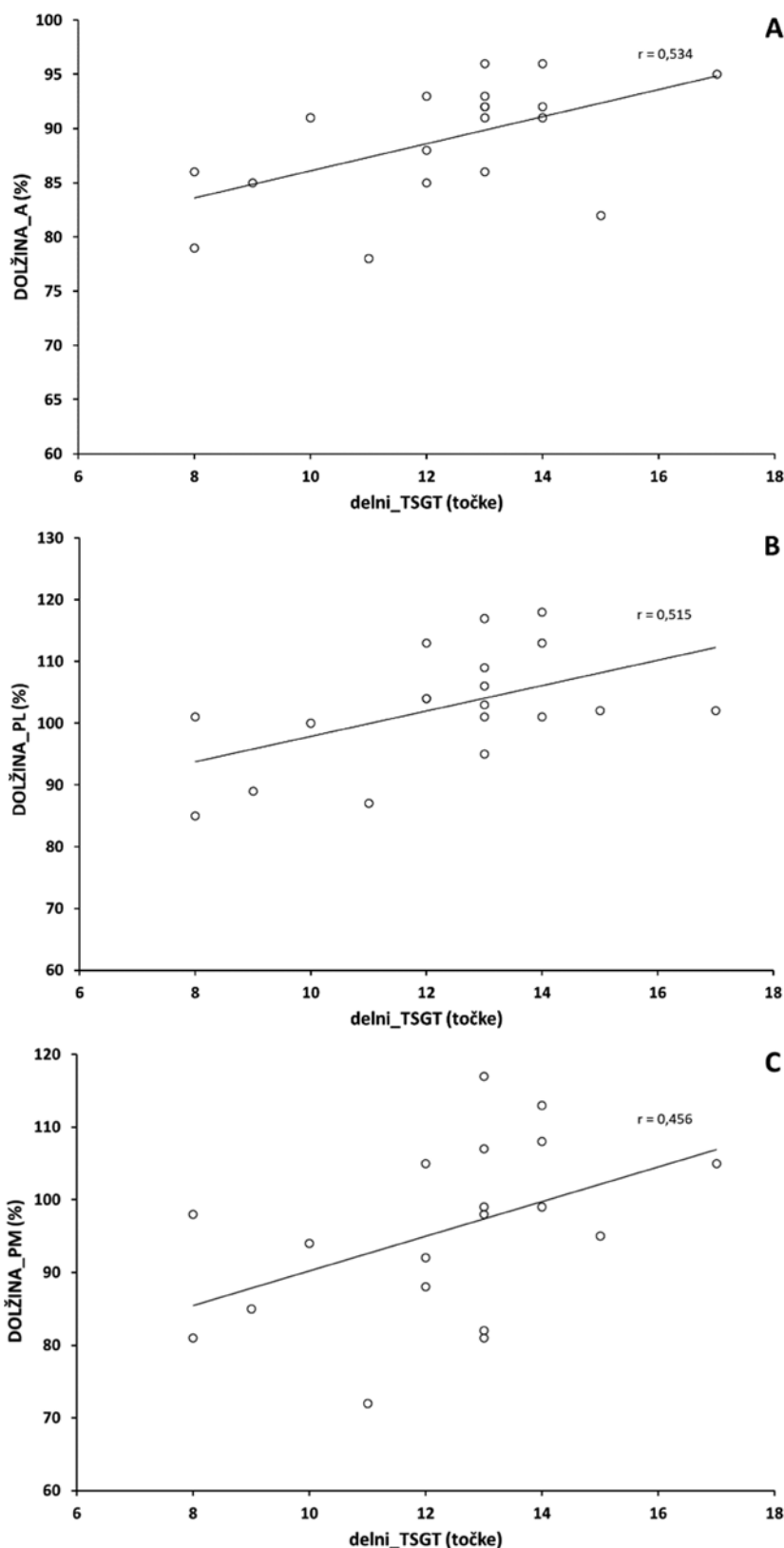
Med pomembnejše podteste TSGT, na katere ima stabilnost trupa velik vpliv, sodi prehod preko ovire. Kakovost izvedbe slednjega je poleg splošnega ravnotežja odvisna tudi od jakosti odmikalk kolka stojne noge in gibljivosti iztegovalk kolka nestojne/proste noge. Sestavni del trupa je tudi proksimalni del stegenice in kolčni sklep, kar poudarja pomen teh struktur pri zagotavljanju stabilnosti hrbtenice (Kibler, 2006). Pojav Trendelenburgovega znaka pri prehodu preko ovire nakazuje na šibkost odmikalk in zunanjih rotatorjev kolka stojne noge. Zadostna jakost omenjenih mišičnih skupin je eden od pogojev za učinkovito izvedbo večsmerne testa ravnotežja. Kolčni sklep stojne noge je upognjen, ko je nestojna noga v skrajno oddaljenem položaju. Stabilnost kolka je tako odvisna tudi od jakosti glutealnih mišic.

Eden od podtestov TSGT je aktiven dvig iztegnjene noge, s katerim vrednotimo gibljivost dvosklepnih iztegovalk kolka. V primeru nezadostne gibljivosti stegenjskih strun stojne noge se pri večsmerne testu pojavi kompenzatorno gibanje ledvenega

predela hrbtenice. Ta se z večanjem upogiba kolka med enonožnim počepom (med testom) izdatneje upogne, kar lahko vpliva na slabšo stabilnost hrbtenice in posledično izgubo ravnotežnega položaja. Povečan upogib hrbtenice namreč spremeni razmerje med silo in dolžino iztegovalk trupa, ki niso sposobne zagotavljati zadostne jakosti, nujne za ohranjanje in/ali nadzorovanje položaja hrbtenice.

Pri polkleku v liniji (podtest TSGT) poleg jakosti kolka v čelni ravnini vrednotimo še gibljivost iztegovalk zgornjega skočnega sklepa in gibljivost dvosklepnih upogibalk kolka (*m. rectus femoris*). Omejena gibljivost mišice *rectus femoris* je lahko vzrok za slabši rezultat pri večsmerne testu ravnotežja v obeh posteriornih smereh. V fazi, ko se kolk stojne noge upogiba pogosto, prihaja do zadnjega nagiba medenice, kar podaljšuje dolžino mišice *rectus femoris*. Preiskovanec zmanjšano gibljivost mišice *rectus femoris* nestojne noge kompenzira z rotacijo kolčnega sklepa stojne noge. Povečana zunanja rotacija in upogib kolka stojne noge lahko privedeta do neugodne ročice mišice *gluteus maximus*, kar lahko vpliva na njeno zmanjšano produkcijo sile in slabši rezultat pri testu (Neumann, 2010).

V bateriji TSGT sta tudi podtesta, s katerima vrednotimo jakost oziroma rotacijsko stabilnost trupnih mišic. Kombinacija senzo-motorične vadbe in krepilne vadbe mišic trupa značilno izboljšujeta rezultat pri večsmerne testu ravnotežja (Ganesh idr., 2015), zato lahko sklepamo, da je uspešnost pri omenjenih podtestih povezana z razdaljo pri večsmerne testu. Testi za vrednotenje lokalne vzdržljivosti trupnih mišic nimajo vpliva na uspešnost izvedbe delnega TSGT, ker vzdržljivost trupnih mišic ni omejitveni dejavnik pri nobenem



Slika 2. Prikaz povezanosti med rezultatom delnega testa skladnosti gibanja telesa in uspešnostjo izvedbe večsmernega testa ravnotežja. Relativna dolžino v anteriorni smeri (A), postero-lateralni smeri (B) in postero-medialni smeri (C) predstavlja delež dolžine stojne noge in je izražena v %. Kakovost izvedbe delnega testa skladnosti gibanja telesa je izražena v točkah. Stopnja povezanosti je izražena s Pearsonovim korelacijskim koeficientom (r).

podtestu TSGT. Glavni omejitvi študije sta velikost vzorca, ki zmanjšuje možnost posploševanja in ločena seansa, na kateri bi preiskovanci preizkusili teste in potencialno zmanjšali učinek učenja.

Sklep

v raziskavi smo ugotovili srednjo povezanost med rezultatom pri večsmernem testu ravnotežja in rezultatom pri TSGT. Slednje poudarja vpliv stabilnosti trupa in moči/jakosti kolka v bočni ravnini na kakovost izvedbe preprostih večsklepnih gibalnih vzorcev. Stabilnost trupa in moč/jakost kolka sta med gibanjem neločljivo povezani, kar pomembno vpliva na načrtovanje vadbe.

Literatura

1. Biering-Sorensen, F. (1983). A prospective study of low back pain in a general population. I. Occurrence, recurrence and aetiology. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 15(2), 71.
2. Butowicz, C. M., Ebaugh, D. D., Noehren, B. in Silfies, S. P. (2016). Validation of two clinical measures of core stability. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 11(1), 15–23.
3. Cook, G. (2011). *Movement: Functional Movement Systems. Screening–Assessment–Corrective Strategies*. Lotus Publishing.
4. Cook, G., Burton, L. in Hoogenboom, B. (2006). Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function - part 2. *Nord American Journal of Sports Physical Therapy*, 1(3), 132–139.
5. Ganesh, G.S., Chhabra, D., Pattnaik, M., Mohanty, P., Patel, R. in Mrityunjay, K. (2015). Effect of trunk muscles training using a star excursion balance test grid on strength, endurance and disability in persons with chronic low back pain. *Journal of Back and Musculoskeletal rehabilitation*, 2015;28(3), 521–530.
6. Gribble, P.A., Hertel, J. in Plisky, P. (2012). Using the Star Excursion Balance Test to Assess Dynamic Postural-Control Deficits and Outcomes in Lower Extremity Injury: A Literature and Systematic Review. *Journal of Athletic Training*, 47(3), 339–357.
7. Hedrick, A. (2000). Training the trunk for improved athletic performance. *Strength and Conditioning Journal*, 22(3), 50–61.
8. Hodges, P. W. in Richardson, C. A. (1996). Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine*, 21, 2640–2650.

9. Huxel Bliven, K. C. in Anderson, B. E. (2013). Core Stability Training for Injury Prevention. *Sports Health*, 5(6), 514–522.
10. Imai, A. in Kaneoka, K. (2016). The relationship between trunk endurance plank tests and athletic performance tests in adolescent soccer players. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 11(5), 718–724.
11. Imai, A., Kaneoka, K., Okubo, Y. in Shiraki, H. (2014). Effects of two types of trunk exercises on balance and athletic performance in youth soccer players. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 9(1), 47–57.
12. Kibler, W. B., Press, J. in Sciascia, A. (2006). The role of core stability in athletic function. *Sports Medicine*, 36(3), 189–198.
13. Lee, D. K., Kang, M. H., Lee, T. S. in Oh, J. S. (2015). Relationships among the Y balance test, Berg Balance Scale, and lower limb strength in middle-aged and older females. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 19(3), 227–234.
14. Luoto, S., Heliovaara, M. H. in Hurri, H. S. (1995). Alaranta, tatic back endurance and the risk of low-back-pain. *Clinical Biomechanics*, 10, 323–324.
15. McGill, S.M. (2007). *Low Back Disorders: Evidence-Based Prevention and Rehabilitation*. Champaign, IL: Human Kinetics.
16. McGill, S. M., Childs, A. in Liebensohn, C. (1999). Endurance times for low back stabilization exercises: clinical targets for testing and training from a normal database. *Archives of Physical and Medicine Rehabilitation*, 80(8), 941–944.
17. Mills, J. D., Taunton, J. E. in Mills, W. A. (2005). The effect of a 10-week training regimen on lumbo-pelvic stability and athletic performance in female athletes: A randomized-controlled trial. *Physical Therapy in Sport*, 6(2): 60–66.
18. Neumann D. A. Kinesiology of the hip: A focus on muscular actions. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 2010;40(2):82–94.
19. Wade, L., Lichtwark, G. in Farris, D. J. (2018). Movement Strategies for Countermovement Jumping are Potentially Influenced by Elastic Energy Stored and Released from Tendons. *Scientific Reports*, 8, 2300.

Andrej Kocjan
Univerza na Primorskem,
Pedagoška fakulteta,
Koper, Slovenia
Univerza na Primorskem,
Fakulteta za vede o zdravju,
Koper, Slovenia
andrej.kocjan@pef.upr.si