



Primož Mav,
Aleš Dolenec

Vpliv vaje kratko stopalo na vzdolžni stopalni lok pri triatloncih

Izvleček

Pogosti treningi v športih, kjer so tek in skoki dominantni načini gibanja, zelo obremenjujejo stopalo. Posledično imajo športniki, ki se ukvarjajo s takimi športi, pogosto težave z vzdolžnim stopalnim lokom. Gibanje in stabilnost vzdolžnega stopalnega loka nadzorujejo večje globalne mišice in manjše lokalne stopalne mišice. Raziskave kažejo, da vaja kratko stopalo izboljša delovanje lokalnih stopalnih mišic pri povprečno fizično aktivni populaciji. Namen pričujoče raziskave je bil ugotoviti, ali vaja kratko stopalo vpliva na padec navikularne kosti v statičnih in dinamičnih pogojih pri triatloncih. V raziskavi je sodelovalo 9 triatloncev (starost $14,6 \pm 2,8$ let, teža $50,3 \pm 10,5$ kg in višina $164,9 \pm 14,5$ cm). Merjenji so pred začetkom in po šestih tednih vadbe vaje kratko stopalo izvedli test padca navikularne kosti sede-stoje (SSNDT) in test dinamičnega navikularnega padca (DND). Analizirane so bile absolutne vrednosti v milimetrih SSNDT in DND, vse za levo stopalo. Primerjava rezultatov pred in po vadbi je bila narejena z analizo variance za ponovljene meritve s 5-odstotno napako. Rezultati so pokazali, da se je aritmetična sredina absolutne vrednosti SSNDT levega stopala po vadbi statistično značilno zmanjšala za 56 % ($p < 0,001$). Statistično značilno se je zmanjšala tudi aritmetična sredina absolutne vrednosti DND (34 %; $p < 0,05$). Na osnovi naše raziskave je mogoče zaključiti, da šest tedenska vadba vaje kratko stopalo izboljša delovanje vzdolžnega stopalnega loka in zmanjša pronacijo stopala pri triatloncih v statičnih in dinamičnih pogojih.

Ključne besede: kratko stopalo, stopalni lok, triatlon, trening.



Foto: Primož Mav

Impact of exercise short-foot on longitudinal foot arch in triathletes

Abstract

Frequent training in sports, where running and jumping are dominant, put a great strain on the foot. As a result, athletes who engage in such sports often have problems with the longitudinal foot arch. Movement and stability of the longitudinal foot arch are controlled by larger global muscles and smaller local foot muscles. Researches shows that short-foot exercises improve the performance of local foot muscles in an average physically active population. The purpose of the present study was to determine whether short-foot exercise affects the navicular bone drop in static and dynamic conditions in triathletes. The study involved nine triathletes (age 14.6 ± 2.8 years, weight 50.3 ± 10.5 kg and height 164.9 ± 14.5 cm). Before starting and after six weeks of exercise, the subjects performed a sit-standing navicular bone drop test (SSNDT) and a dynamic navicular drop test (DND). Absolute values in millimeters SSNDT and DND were analyzed, all for the left foot. The comparison of pre- and post-exercise results was made by ANOVA for repeated measurements. The results showed that the arithmetic mean of the absolute value of SSNDT of the left foot decreased significantly by 56% after exercise ($p < 0.001$). The arithmetic mean of the absolute DND value also decreased statistically significantly (34%; $p < 0.05$). Based on our research, it can be concluded that a six-week short-foot exercise improves the performance of the longitudinal foot arch and reduces foot pronation for triathletes in static and dynamic conditions.

Keywords: short-foot, longitudinal foot arch, triathlon, training.

■ Uvod

Stopalo je kompleksna struktura z veliko deli in različnimi stopnjami gibanja, ki igrajo pomembno vlogo med statično in dinamično obremenitvijo. Predvsem med dinamično obremenitvijo je za dobro delovanje stopala pomemben vzdolžni stopalni lok. Gibanje in stabilnost vzdolžnega stopalnega loka nadzorujejo večje globalne (ekstrinzične) mišice in manjše lokalne (intrinzične) stopalne mišice. Pri težavah s stopali so pogosto spregledane lokalne mišice stopala. Namesto, da bi bili preventivni in rehabilitacijski programi usmerjeni v krepitev lokalnih in drugih mišic, se težave večinoma rešuje z intervencijami, ki s pripomočki podprejo stopalo (na primer z ortopedskimi vložki ali obutvijo). Pripomočki nadomestijo šibke lokalne mišice, s tem pa povzročijo, da le-te še bolj oslabijo. Raziskave kažejo, da vaja kratko stopalo (*Short Foot Exercise*) izboljša delovanje lokalnih stopalnih mišic pri povprečno fizično aktivni populaciji (Campbell, Frye in Gribble, 2008; Sauer, Beazell in Hertel, 2011). Pri športnikih, kot so na primer triatlonci, pri katerih je stopalo še posebej obremenjeno, vpliv vaje kratko stopalo v dinamičnih pogojih še ni raziskan.

Pogosti treningi v športih, kjer so tek in skoki dominantni načini gibanja, zelo obremenjujejo stopalo. Posledično imajo športniki, ki se ukvarjajo s takimi športi, bolj pogosto težave z vzdolžnim stopalnim lokom (Aydog, 2005; Klingele, Hoppeler in Biedert, 1993; Volkov, 1977). Za objektivno diagnosticiranje težav z vzdolžnim stopalnim lokom v strokovni javnosti še ne obstaja standarden merski postopek. Najbolj osnoven način diagnosticiranja težav je vizualni pregled vzdolžnega stopalnega loka (Cowan, Robinson, Jones, Polly in Berrey, 1994), ki pa ni zanesljiv in veljaven (Menz, 1998; Razeghi in Batt, 2002). Zato so bili razviti različni testi, kot so padec navikularne kosti, indeks vzdolžnega loka, kot medialnega vzdolžnega loka in drugi (Bandholm, Boysen, Haugaard, Zebis in Bencke, 2008; Brody, 1982; Deng, Joseph in Wong, 2009; McPoil in Cornwall, 2007; Wearing, Hills, Byrne, Hennig in McDonald, 2004).

Na pravilno delovanje vzdolžnega stopalnega loka poleg globalnih mišic stopala v veliki meri vplivajo lokalne mišice stopala. Za krepitev lokalnih mišic se uporabljajo različne vaje. Najbolj pogoste so pobiranje predmetov s prsti stopala, ravnotežne

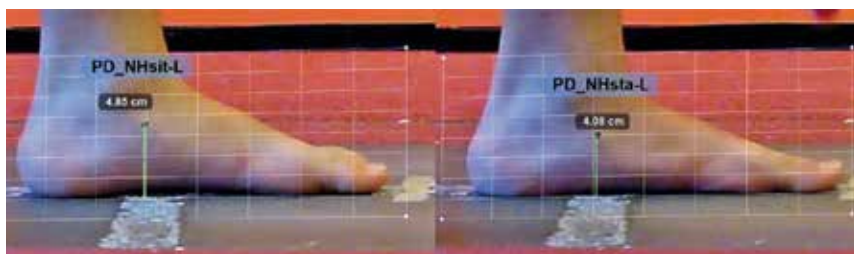
vaje na eni nogi, vlečenje brisače, razširitev prstov in kratko stopalo (Anderson, Parr in Hall, 2004; Gooding, Feger, Hart in Hertel, 2016; Prentice, 2010). Vse omenjene vaje imajo potencial za krepitev lokalnih mišic (Gooding idr., 2016), vendar pa je za krepitev vzdolžnega stopalnega loka boljša vaja kratko stopalo kot vaje, kjer so aktivni predvsem prsti stopala (Jung idr., 2011; Mulligan in Cook, 2013). Dosedanje raziskave so proučevale vpliv vaje kratko stopalo na delovanje stopala pri odraslih s ploskim stopalom in pri športno neaktivni populaciji, zato je bil namen pričujoče raziskave ugotoviti, ali vaja kratko stopalo vpliva na padec navikularne kosti v statičnih in dinamičnih pogojih pri triatloncih.

■ Metode

V raziskavi je sodelovalo 9 merjencev (sedem moških in dve ženski), ki trenirajo triatlon. Njihova povprečna starost je bila $14,6 \pm 2,8$ let, teža $50,3 \pm 10,5$ kg in telesna višina $164,9 \pm 14,5$ cm. Vsi merjenci so bili v zadnjih šestih mesecih brez poškodb stopala in gležnja. Noben od merjencev pred začetkom raziskave ni imel izkušenj z vajo kratko stopalo. Pred raziskavo so vsi merjenci oziroma njihovi starši ali skrbniki podpisali informirano privolitev za sodelovanje v raziskavi.

■ Potek meritev

Eksperimentalni postopek je bil sestavljen iz začetnih meritev, intervencije v obliki treninga in končnih meritev. Začetne in končne meritve so obsegale enake teste v enakem vrstnem redu. Vedno so bile najprej izmerjene osnovne značilnosti merjenca (teža, višina). Sledila sta test padca navikularne kosti sede-stoje (Sit-to-Stand Navicular Drop Test ali SSNDT) in test dinamičnega padca navikularne kosti (Dynamic Navicular Drop ali DND).



Slika 1. Kinematična meritev višine navikularne kosti. Levo pri sproščnem stopalu, desno pri obremenjenem stopalu. PD_NHsit-L – višina navikularne kosti statično sede, leva noga; PD-NHsta-L – višina navikularne kosti statično stoje, leva noga.

■ Test padca navikularne kosti sede-stoje

SSNDT je bil izveden podobno, kot so ga opisali Deng in sod. (2009), le da je bil za merjenje višine navikularne kosti uporabljen računalniški program Kinovea (verzija 0.8.15) (Charment in Contrib, 2011) in fotoaparati (Panasonic DMC-FZ200, Kadoma Osaka Japonska). Za meritev višine navikularne kosti pri sproščnem stopalu je merjenec sedel, stopalo je imel plosko položeno na tenziometrijsko ploščo (Kistler Instrumente AG, Winterthur Švica), golen postavljeno vertikalno, kot v kolenu je bil 90 stopinj. Druga noga je bila pokršena in umaknjena pod stol. Fotoaparat je bil postavljen 4 m od stopala in pravokotno na bočno ravnino notranjega dela stopala. Na koži merjenega stopala je bil na najbolj vidnem delu tuberkla navikularne kosti s črnim flomastrom narisani marker. Merjenec je s stopalom pritisnil na tenziometrijsko ploščo tako, da je vertikalna sila predstavljala 5 % telesne mase. Velikost vertikalne sile je bila v živo izpisana na ekranu. Nihanje vertikalne sile ni smelo biti večje od ± 10 N. Ko je vertikalna sila ustrezala določeni vrednosti, je bila narejena slika stopala. Višina navikularne kosti je bila izmerjena tako, da se je v računalniškem programu najprej narisala horizontalna črta, ki je predstavljala kontakt stopala s podlago. Nato je bila izmerjena vertikalna razdalja med narisano črto in markerjem, ki je označeval navikularno kost (Slika 1). Višina navikularne kosti je bila izračunana kot povprečje šestih meritev.

Meritev višine navikularne kosti pri obremenjenem stopalu je bila izvedena podobno kot pri sproščnem stopalu (Slika 1), le da je merjenec stal. Merjenec je pri stoju z merjenim stopalom pritiskal na tenziometrijsko ploščo z vertikalno silo, ki je predstavljala 70 do 80 % telesne mase. Končni rezultat SSNDT je predstavljala razlika med višino navikularne kosti sede in stoje, izračunan pa je bil kot povprečje šestih meritev.

■ Test dinamičnega navikularnega padca

Test DND je bil izveden tako, kot je opisan v raziskavi Deng in sod. (2009). Dolžina merilnega mesta je bila 10 m. Fotoaparati so bili postavljeni na polovici dolžine merilnega mesta in odmaknjeni 4 m, usmerjeni so bili pravokotno na merilno mesto in 10 cm dvignjeni od podlage.

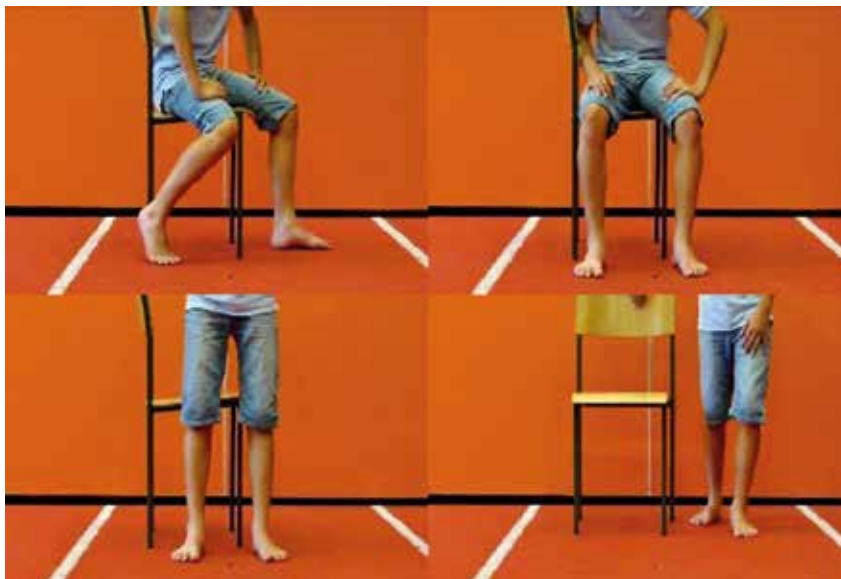
Frekvenca snemanja je bila 100 posnetkov na sekundo. Širina snemalnega dela je bila 0,5 m. Na koži merjenega stopala je bil na najbolj vidnem delu tuberkla navikularne kosti s črnim flomastrom narisani marker. Merjenec je večkrat prehodil merilno mesto, da si je lahko nastavljal mesto začetka hoje. Z merjenim stopalom je moral stopiti v področje, ki ga je zajemal fotoaparati. Natančnost postavitve merjenega stopala na snemalno mesto je kontroliral merilec. Najvišja višina navikularne kosti je bila izmerjena v fazi zgodnje opore (Perry, 1992), ko se je palec stopala prvič dotaknil podlage. Za najnižjo višino navikularne kosti je bila uporabljena najnižja višina navikularne kosti, ko je bila peta stopala še v stiku s podlago. Končni rezultat DND je predstavljala razlika med višino navikularne kosti v fazi zgodnje opore in najnižjo višino navikularne kosti v fazi opore, ko je bilo peta še v stiku s podlago. Izračunan je bil kot povprečje šestih meritev.

■ Intervencija

Vadba aktivacije mišic stopala je potekala z vajo kratko stopalo in njenih stopenj, kot sta jo opisala Mulligan in Cook (2013). Pri vaji kratko stopalo vadeči brez aktivacije in premika nožnih prstov skrajša razdaljo med metatarzalnimi glavami in petnico. Pri tem



Slika 2. Prikaz vaje kratkega stopala (povzeto po McKeon, Hertel, Bramble in Davis, 2014).



Slika 3. Prikaz štirih stopenj vaje kratkega stopala. A – sede enonožno; B – sede sonožno; C – stoje sonožno; D – stoje enonožno.

mora stopalni lok rahlo dvigniti, vendar brez fleksije nožnih prstov (Slika 2).

Vaja je razdeljena na štiri težavnostne stopnje, ki si sledijo: sede (delo z eno nogo), sede (delo z obema nogama hkrati), stoje sonožno in stoje enonožno (Slika 3). Najlažje je vajo izvajati sede enonožno (Slika 3A), ker je obremenitev majhna in ker je potrebno kontrolirati samo eno stopalo. Izvajanje vaje sede sonožno (Slika 3B) je malenkost težja, ker je potrebno kontrolirati obe stopali hkrati. Izvedba vaje stoje sonožno (Slika 3C) je še težja, ker je obremenitev večja, kontrolirati pa je potrebno obe stopali hkrati. Najtežja je izvedba vaje stoje enonožno (Slika 3D), ker je pri takšni izvedbi velika obremenitev.

Vadbo z vajo kratko stopalo so preizkušanci izvajali šest tednov, trikrat na teden po tri

serije. Vsaka serija je vključevala pet ponovitev največjega mišičnega krčenja. Vsaka ponovitev je trajala dve sekundi. Odmor med ponovitvami je bil pet do deset sekund, med serijami pa pet minut. Cilj vaje kratkega stopala je višanje stopalnega loka brez krčenja prstov nog. Vajo so se merjenci najprej naučili izvajati pod nadzorom usposobljenega merilca, nato pa so vadbo izvajali samostojno. Prvi teden so vajo izvajali sede enonožno, potem pa glede na lastne občutke z usvojitvijo izvajane progresije nadaljevali na naslednjo stopnjo.

■ Obdelava podatkov

Pridobljeni podatki so bili obdelani s programom SPSS (verzija 23, IBM – International Business Machines Corp., New Orchard Road, Armonk, New York, ZDA). Vrednosti testov so bile izračunane za vsakega merjenca posamično kot povprečje šestih meritev. Analizirane so bile absolutne vrednosti v milimetrih SSNDT in DND, vse za levo stopalo. Primerjava rezultatov pred intervencijo in po intervenciji je bila narejena z analizo variance za ponovljene meritve s 5-odstotno napako.

■ Rezultati

Rezultati so pokazali, da je vadbeni intervencija vplivala na delovanje lokalnih mišic stopala (Tabela 1). Aritmetična sredina absolutne vrednosti SSNDT levega stopala se je po vadbi statistično značilno zmanjšala

Tabela 1

Absolutne vrednosti SSNDT in DND pred in po vadbi

spremenljivka	enota	pred vadbo		po vadbi		p
		M	SD	M	SD	
SSNDT	(mm)		9	2,4	4	1,8
DND	(mm)		3	1,3	2	0,7

Legenda: M – aritmetična sredina; SD – standardna deviacija; p – statistična pomembnost; SSNDT – navikularni padec sede-stoje; DND – dinamični navikularni padec.

za 56 % ($p < 0,001$). Statistično značilno se je zmanjšala tudi aritmetična sredina absolutne vrednosti DND (34 %; $p < 0,05$).

V Tabeli 1 so prikazane vrednosti odvisnih spremenljivk SSNDT in DND ter statistična pomembnost spremembe teh spremenljivk zaradi vpliva vadbe na delovanje lokalnih mišic stopala.

Razlaga

V raziskavi smo analizirali vpliv vaje kratkega stopala na delovanje vzdolžnega stopalnega loka v statičnih in dinamičnih pogojih pri triatloncih. Za merjenje delovanja vzdolžnega stopalnega loka in velikosti pronacije stopala se pogosto uporabi test padca navikularne kosti (Brody, 1982; Park in Park, 2018; Snyder, Earl, O'Connor in Ebersole, 2009), ki je bil uporabljen tudi v raziskavi. Primerjava rezultatov testa padca navikularne kosti pred in po vadbi pri triatloncih je pokazala, da vaja kratkega stopala statistično pomembno zmanjša padec navikularne kosti v statičnih in v dinamičnih pogojih. Podobno je bilo ugotovljeno na študentih (Park in Park, 2018) in pri odraslih (Mulligan in Cook, 2013; Snyder idr., 2009).

Test padca navikularne kosti v statičnih pogojih kaže na slabo delovanje vzdolžnega stopalnega loka in povečano pronacijo stopala, če je padec enak ali večji od 10 mm (Park in Park, 2018). Pri merjenjih v naši raziskavi je bil pred vadbo povprečen padec navikularne kosti 9 mm, kar jih je uvrščalo še med normalne pronatorje stopala. Na podlagi tega lahko sklepamo, da je bila moč lokalnih in globalnih mišic pri naših merjenjih primerna za normalno delovanje stopala. Kljub temu da so bile mišice primerno močne za normalno delovanje stopala, pa je že šest tedenski trening vaje kratko stopalo spremenil moč lokalnih mišic in izboljšal delovanje vzdolžnega stopalnega loka. Na osnovi tega lahko zaključimo, da je pri športnikih, ki veliko obremenjujejo stopala, smiselno izvajati vajo

kratko stopalo, saj bodo tako povečali moč lokalnih mišic stopal in posledično verjetno zmanjšali možnost poškodb stopal.

V dinamičnih pogojih je stopalo običajno bolj obremenjeno kot v statičnih pogojih. Pri stoju na eni nogi je obremenitev stopala ena telesna teža. Že pri hoji se obremenitev poveča do 1,3 kratnik telesne teže (White, Yack, Tucker in Lin, 1998), pri teku in skokih pa hitro doseže vrednosti od 2 do 10 kratnik telesne teže (Brughelli, Cronin in Chaouachi, 2011; Divert, Mornieux, Baur, Mayer in Belli, 2005; Elvin, Elvin in Arnoczky, 2007). Merjenci v naši raziskavi so bili triatlonci, kar pomeni, da so imeli v svojem treningu veliko teka. Zaradi teka smo pričakovali, da bo moč lokalnih in globalnih mišic stopala večja kot pri netrenirani populaciji in bodo zato mišice stopala manj občutljive na trening. Rezultati raziskave so pokazali, da lahko vaja kratko stopalo – kljub predhodni treniranosti – še vedno izboljša moč lokalnih mišic stopala in vpliva na manjšo pronacijo stopala v dinamičnih pogojih oziroma pri hoji. Predhodno so vpliv vaje kratko stopalo na izboljšanje delovanja stopala v dinamičnih pogojih pri netrenirani populaciji ugotovili že Mulligan in Cook (2013) ter Snyder in sod. (2009).

Na osnovi naše raziskave je mogoče zaključiti, da šest tedenska vadba vaje kratko stopalo izboljša delovanje vzdolžnega stopalnega loka in zmanjša pronacijo stopala pri triatloncih v statičnih in dinamičnih pogojih. Vajo kratko stopalo je priporočljivo izvajati tudi pri preventivnih programih in programih rehabilitacije stopal, kjer je potrebno povečati moč lokalnih mišic stopal.

Literatura

- Anderson, M., Parr, G. in Hall, S. (2004). Foundations of Athletic Training : Prevention, Assessment, and Management.
- Aydog, S. T. (2005). Differences in sole arch indices in various sports. *British Journal of Sports Medicine*, 39(2), e5–e5. <https://doi.org/10.1136/bjism.2003.011478>

- Bandholm, T., Boysen, L., Haugaard, S., Zebis, M. K. in Bencke, J. (2008). Foot medial longitudinal-arch deformation during quiet standing and gait in subjects with medial tibial stress syndrome. *The Journal of Foot and Ankle Surgery: Official Publication of the American College of Foot and Ankle Surgeons*, 47(2), 89–95. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2007.10.015>
- Brody, D. M. (1982). Techniques in the evaluation and treatment of the injured runner. *The Orthopedic Clinics of North America*, 13(3), 541–558. Retrieved from <http://europepmc.org/abstract/MED/6124922>
- Brughelli, M., Cronin, J. in Chaouachi, A. (2011). Effects of Running Velocity on Running Kinetics and Kinematics. *The Journal of Strength in Conditioning Research*, 25(4). Retrieved from https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2011/04000/Effects_of_Running_Velocity_on_Running_Kinetics.8.aspx
- Campbell, E., Frye, J. in Gribble, P. (2008). Strengthening of the plantar intrinsic foot muscles decreases navicular drop and decreases muscular fatigue. *Journal of Athletic Training*, 43(3), S123.
- Charment, J. in Contrib. (2011). Kinovea. Gnu General Public License version 2. Retrieved from <https://www.kinovea.org/>
- Cowan, D. N., Robinson, J. R., Jones, B. H., Polly, D. W. in Berrey, B. H. (1994). Consistency of Visual Assessments of Arch Height among Clinicians. *Foot in Ankle International*, 15(4), 213–217. <https://doi.org/10.1177/107110079401500411>
- Deng, J., Joseph, R. in Wong, C. (2009). Reliability and validity of the navicular drop test: do static measures of navicular height relate to dynamic navicular motion during gait? *Journal of Student Physical Therapy Research*, 2, 21–28. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/262451340_Reliability_and_validity_of_the_navicular_drop_test_do_static_measures_of_navicular_height_relate_to_dynamic_navicular_motion_during_gait
- Divert, C., Mornieux, G., Baur, H., Mayer, F. in Belli, A. (2005). Mechanical Comparison of Barefoot and Shod Running. *International Journal of Sports Medicine*, 26(7), 593–598. <https://doi.org/10.1055/s-2004-821327>
- Elvin, N. G., Elvin, A. A. in Arnoczky, S. P. (2007). Correlation between Ground Reaction Force and Tibial Acceleration in Vertical Jumping. *Journal of Applied Biomechanics*, 23(3), 180–189. <https://doi.org/10.1123/jab.23.3.180>
- Gooding, T. M., Feger, M. A., Hart, J. M. in Hertel, J. (2016). Intrinsic foot muscle activation during specific exercises: A T2 time magnetic resonance imaging study. *Journal of Athletic Training*, 51(8), 644–650. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-51.10.07>

13. Jung, D.-Y., Kim, M.-H., Koh, E.-K., Kwon, O.-Y., Cynn, H.-S. in Lee, W.-H. (2011). A comparison in the muscle activity of the abductor hallucis and the medial longitudinal arch angle during toe curl and short foot exercises. *Physical Therapy in Sport : Official Journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 12(1), 30–35. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2010.08.001>
14. Klingele, J., Hoppeler, H. in Biedert, R. (1993). [Statistical deviations in high-performance athletes]. *Schweizerische Zeitschrift Fur Sportmedizin*, 41(2), 55–62. Retrieved from <http://europepmc.org/abstract/MED/8342006>
15. McKeon, P. O., Hertel, J., Bramble, D. in Davis, I. (2014). The foot core system: a new paradigm for understanding intrinsic foot muscle function. *British Journal of Sports Medicine*, 49(5), 290–298. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092690>
16. McPoil, T. G. in Cornwall, M. W. (2007). Prediction of Dynamic Foot Posture During Running Using the Longitudinal Arch Angle. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 97(2), 102–107. <https://doi.org/10.7547/0970102>
17. Menz, H. (1998). Alternative techniques for the clinical assessment of foot pronation. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 88(3), 119–129. <https://doi.org/10.7547/87507315-88-3-119>
18. Mulligan, E. P. in Cook, P. G. (2013). Effect of plantar intrinsic muscle training on medial longitudinal arch morphology and dynamic function. *Manual Therapy*, 18(5), 425–430. <https://doi.org/10.1016/j.math.2013.02.007>
19. Park, D.-J. in Park, S.-Y. (2018). Comparison of Subjects with and without Pes Planus during Short Foot Exercises by Measuring Muscular Activities of Ankle and Navicular Drop Height. *Journal of The Korean Society of Physical Medicine*, 13(3), 133–139. <https://doi.org/10.13066/kspm.2018.13.3.133>
20. Perry, J. (1992). *Gait Analysis Normal and Pathological Function*. Slack Incorporated.
21. Prentice, W. E. (2010). *Rehabilitation Techniques in Sports Medicine* (5th ed.). London: McGraw-Hill Education.
22. Razeghi, M. in Batt, M. E. (2002). Foot type classification: a critical review of current methods. *Gait in Posture*, 15(3), 282–291. [https://doi.org/10.1016/S0966-6362\(01\)00151-5](https://doi.org/10.1016/S0966-6362(01)00151-5)
23. Sauer, L., Beazell, J. in Hertel, J. (2011). Considering the intrinsic foot musculature in evaluation and rehabilitation for lower extremity injuries: a case review. *Athletic Training in Sports Health Care*, 3, 43–47.
24. Snyder, K. R., Earl, J. E., O'Connor, K. M. in Ebersole, K. T. (2009). Resistance training is accompanied by increases in hip strength and changes in lower extremity biomechanics during running. *Clinical Biomechanics*, 24(1), 26–34. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2008.09.009>
25. Volkov, B. M. (1977). Influence of considerable athletic training on the foot condition of young athletes at a boarding school with a cross-section of sports. *Arkhiv Anatomii, Gistologii i Embriologii*, 72(6), 32–34. Retrieved from <http://europepmc.org/abstract/MED/901214>
26. Wearing, S. C., Hills, A. P., Byrne, N. M., Henning, E. M. in McDonald, M. (2004). The Arch Index: A Measure of Flat or Fat Feet? *Foot in Ankle International*, 25(8), 575–581. <https://doi.org/10.1177/107110070402500811>
27. White, S. C., Yack, J. H., Tucker, C. A. in Lin, H.-Y. (1998). Comparison of vertical ground reaction forces during overground and treadmill walking. *Medicine in Science in Sports in Exercise*, 30(10). Retrieved from https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/1998/10000/Comparison_of_vertical_ground_reaction_forces.11.aspx

Primož Mav
Fakulteta za šport
primoz.mav@gmail.com