

Učinki različnih pasivnih in aktivnih postopkov za korekcijo proniranega stopala – pregled literature

The effects of different passive and active methods for correction of foot pronation – literature review

Tina Košir¹, Renata Vauhnik¹

IZVLEČEK

Uvod: Povečana pronacija stopala je dejavnik tveganja za pojav preobremenitvenih poškodb spodnjega uda. Namen članka je pregledati učinkovitost različnih pasivnih in aktivnih postopkov za korekcijo proniranega stopala. **Metode:** V podatkovni zbirki PubMed smo iskali randomizirane kontrolirane poskuse, objavljene med letoma 2006 in 2016. **Rezultati:** Glede na merila izbora je bilo v pregled vključenih sedem raziskav, ki so preučevale učinkovitost ortoz za stopalo, vaj za intrinzične stopalne mišice, uporabe elastičnih lepilnih trakov in različnih tipov prilagojene tekaške obutve. Vzorci so v večini sestavljali mladi in zdravi posamezniki brez simptomov ali že prisotnih preobremenitvenih poškodb spodnjega uda. Pregled je pokazal, da so ortoze, izdelane po meri, kratkoročno učinkovite in da imajo boljši učinek, kadar so kombinirane z vajami za intrinzične stopalne mišice. Elastični lepilni trakovi imajo kratkoročni učinek na pronacijo stopala po teku, rezultati o učinkovitosti prilagojene tekaške obutve so si nasprotujoči. **Zaključki:** Najučinkovitejše so bile kombinacije aktivnih in pasivnih postopkov. Le oblika stopala ni dovolj za predpis določenega tipa tekaške obutve. Ugotovitve pregleda imajo preventivni pomen za osebe s proniranim stopalom, ko preobremenitvene poškodbe (še) niso prisotne.

Ključne besede: biomehanika stopala, ortoze za stopalo, elastični lepilni trakovi, prilagojena tekaška obutev, vaje za intrinzične stopalne mišice.

ABSTRACT

Background: Excessive foot pronation is a risk factor for lower limb overuse injuries. The aim of the article is to overview the effects of different passive and active methods for correction of foot pronation. **Methods:** Search for studies was performed in the PubMed database and we searched for randomised control trials, published between 2006 and 2016. **Results:** 7 studies met the inclusion and exclusion criteria. They investigated the effectiveness of customized foot orthoses, intrinsic foot muscles training, kinesiotaping and different types of running footwear. The population consisted of mostly young and healthy adults without pain symptoms or present lower limb overuse injuries. The customised foot orthoses alone were short-term effective, however more effective when combined with intrinsic foot muscles training. Kinesiotaping reduced foot pronation after running. Different types of running footwear showed contrasting results. **Conclusions:** A combination of passive and active method seems to be the most effective way of correction of foot pronation and foot posture alone is not enough for running footwear provision. The findings can be interpreted in terms of prevention from overuse injuries in individuals with excessive foot pronation.

Key words: foot biomechanics, foot orthoses, kinesiotaping, running footwear, intrinsic-foot-muscles training.

¹ Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Ljubljana

Korespondenca/Correspondence: doc. dr. Renata Vauhnik, dipl. fiziot.; e-pošta: renata.vauhnik@zf.uni-lj.si

Prispelo: 16.9.2018

Sprejeto: 12.11.2018

UVOD

Pronacija stopala med gibanjem je kombinacija več manjših gibov med posameznimi kostmi stopala in je biomehansko zelo pomembna, da se stopalo lahko prilagodi na različne oblike terena (1, 2). Omogoča, da se reakcijske sile podlage ublažijo, prenesejo na mehka tkiva in se tako preprečuje preobremenitev spodnjih udov (3, 4). Predlagan mehanizem nastanka preobremenitvenih poškodb je zakasnjena supinacija v sredini opore (1), saj povzroči manj učinkovito absorpcijo in prerazporeditev sil (1, 5, 6, 7).

Od statičnih meritev se za oceno oblike in položaja stopala najpogosteje uporabljajo kot stopalnega loka, višina čolnička in test vertikalnega padca čolnička (angl. navicular drop test - NDT), zadnji kot petnice in indeks oblike stopala (angl. foot posture index – FPI). Dinamična funkcija stopala se najpogosteje ocenjuje z merjenjem razporeditve pritiskov po podplatu in poti središča pritiska (8, 9). Vse več raziskovalcev ugotavlja, da statične meritve ne morejo predvideti ali pa slabo predvidijo dinamično funkcijo stopala (10).

Pristop k zdravljenju težav s pronacijo stopala je večinoma večstranski. Konzervativno zdravljenje navadno vključuje protivnetna zdravila, infiltracije, prilagoditev treninga pri tekačih in terapijo s fizikalnimi dejavniki (11). Poleg tega pa so na voljo še uporaba ortoz in prilagojene obutve, uporaba elastičnih ali neelastičnih lepilnih trakov (12) in vaje za intrinzične stopalne mišice (13).

Ortoze za stopalo preprečujejo čezmerno pronacijo subtalnega sklepa, imajo razbremenilni učinek ob dostopu in povečujejo senzorični priliv iz podplata (14). Lahko so univerzalne ali izdelane po meri, razlikujejo se po gostoti osnovnih materialov, lahko pa se jim dodajo še klinaste ojačitve za horizontalni nagib.

Pri osebah s proniranim stopalom lahko čezmeren razteg intrinzičnih stopalnih mišic povzroči mišično šibkost (15), zato nekateri avtorji kot strategijo za preprečevanje preobremenitvenih poškodb predlagajo krepitev intrinzičnih stopalnih mišic (16). Vaje za krepitev so dolgo vključevale fleksijo prstov, na primer pobiranje brisače ali frnikol s tal, vendar so z raziskavami dokazali, da pri teh vajah ekstrinzične stopalne mišice

prevladajo nad intrinzičnimi (17). V zadnjih letih zato postajajo vedno bolj priljubljene vaje za kratke stopalne mišice (angl. short-foot exercises), ki bolj kot fleksijo prstov poudarjajo dvig medialnega vzdolžnega stopalnega loka (13).

Elastični lepilni trak zaradi raztegljivosti zagotavlja neprekinjene proprioceptivne povratne informacije (18) in tako na nezavedni ravni vpliva na aktivacijo mišic ter korekcijo položaja (19). Mnenja o učinkovitosti elastičnih lepilnih trakov so deljena, pregled literature iz leta 2013 (20) pa je pokazal, da so njihovi učinki predvsem posledica učinka placeba.

Na temo prilagojene tekaške obutve je bilo narejenih že veliko raziskav, vendar so si rezultati nasprotujoči. V uporabi sta dva pristopa predpisovanja tekaške obutve. Prvi temelji na oceni oblike stopala in si prizadeva za čim večje udobje in zmanjšanje sil ob dostopu na podlago (21). Predvideva, da osebam s proniranim stopalom bolj ustreza obutev z elementi za stabilnost, osebam z zelo proniranim stopalom pa obutev z elementi kontrole gibanja (22). Blaženje na peti naj bi pri tekačih, ki dostopajo na peto, ublažilo pronacijski moment, trši material na medialni strani čevlja med fazo srednje opore z dodatno podporo pa naj bi omejil pronacijo (23). Drugi način pa je minimalistična obutev, ki poskuša čim bolj posnemati naravne pogoje in bosonogi tek (24). Pri bosonogem teku iz podplata prihaja tudi bistveno več senzoričnih informacij, ki pripomorejo k boljši posturalni in dinamični stabilnosti stopala (25). Zaradi zelo verjetne spremembe tehnike teka v dostopanje na sprednji del stopala (26) je priporočljivo, da se tekač postopno privadi na nov tip obutve (27).

Namen pregleda literature je bil pregledati raziskave o učinkovitosti različnih pasivnih in aktivnih postopkov za korekcijo proniranega stopala.

METODE

Članki na izbrano temo so bili iskani v podatkovni zbirki PubMed. Pri iskanju so bile uporabljene naslednje ključne besede: pronacija stopala, bolečina, tekači, vaje, fizioterapija (angl. foot pronation, pain, runners, exercises, physiotherapy) in kombinacije posameznih ključnih besed (foot

pronation AND physical therapy, foot pronation AND pain, foot pronation AND exercise, foot pronation AND running).

Vključitvena merila so bile randomizirane kontrolirane raziskave, objavljene med letoma 2006 in 2016, izključitvena pa raziskave, ki niso vključevale oseb s proniranim stopalom ali so vključevale osebe z znanimi degenerativnimi, sistemskimi boleznimi ali specifičnimi medicinskimi diagnozami.

REZULTATI

Glede na vključitvena merila je bilo pod ključnimi besedami v podatkovni zbirki najdenih 19 raziskav v angleškem jeziku, izmed katerih jih je bilo na podlagi vključitvenih in izključitvenih meril v pregled vključenih sedem. Rezultati vključenih

raziskav so predstavljeni v preglednici 1. V vključenih raziskavah so preučevali vpliv ortoz na pojav in jakost bolečine med tekom (28) ter primerjali učinkovitost ortoz in ortoz v kombinaciji z vajami za intrinzične stopalne mišice na prečni presek in moč intrinzičnih stopalnih mišic (15). Dve raziskavi (29, 18) sta preučevali učinke kineziotapinga na pronacijo stopala. Tri raziskave so preučevale učinke različnih tipov prilagajene obutve na bolečino in tveganje za poškodbe pri tekačih (22, 24, 30).

Velikost vzorca je bila od najmanj 24 do največ 372 preiskovancev, vendar je bil v teh 372 le delež tistih s proniranim stopalom. V večini so vzorec sestavljali mladi in zdravi preiskovanci, vzorci pa so bili v vseh razen ene raziskave (22) po spolu mešani.

Preglednica 1: Intervencije in učinkovitost preučevanih terapevtskih pristopov

Avtorji	Intervencija	Učinkovitost terapevtskih pristopov
Shih et al., 2011	TS: vložek za obutev in ortoza za stopalo med tekom KS: vložek za obutev med tekom	Takojšnji* in kratkoročni* učinek ortoze na pojav in jakost bolečine med tekom. Pri obeh skupinah se je bolečina med testom pojavila pozneje.
Jung et al., 2011	TS: ortoza po meri in program vaj za intrinzične stopalne mišice KS: ortoza po meri	Učinek* na prečni presek in moč intrinzičnih stopalnih mišic pri obeh skupinah. Učinek je bil večji* v skupini z ortoza v kombinaciji z vajami za intrinzične stopalne mišice.
Aguilar et al., 2015	TS: aplikacija ELT z raztegom čez zadnji in srednji del stopala med tekom KS: enaka aplikacija brez raztega med tekom	Učinek* na položaj stopala takoj po teku s tendenco proti bolj nevtralnemu položaju pri obeh skupinah. V testni skupini je prišlo do večjih* razlik. ELT brez raztega je imel večji učinek na pritiske na stopalu med hojo kot eksperimentalni ELT.
Luque – Suarez et al., 2014.	TS: aplikacija ELT z raztegom prek zadnjega dela stopala KS: enaka aplikacija brez raztega	ELT ne zmanjša obsega pronacije v mirovanju v prvih 24 urah po aplikaciji.
Ryan M et al., 2011	Tri skupine glede na obliko stopala in uporaba naključno predpisanega tipa tekaške obutve med pripravo na polmaraton (nevtralna obutev, obutev z elementi za stabilnost in obutev z elementi kontrole gibanja).	Najmanj tekaških treningov je izpustila skupina s čevljem z elementi za stabilnost, največ pa skupina s čevljem z elementi kontrole gibanja. Pri osebah s proniranim stopalom je čevljev z elementi kontrole gibanja povzročal več* bolečine kot nevtralni čevljev ali čevljev z elementi za stabilnost, med tekom pa čevljev z elementi za stabilnost več* kot nevtralni čevljev. Pri osebah z zelo proniranim stopalom ni bilo statistično značilnih učinkov.
Ryan M et al., 2014	Dve skupini glede na obliko stopala in uporaba naključno predpisanega tipa tekaške obutve med pripravo na desetkilometrski tek (nevtralna obutev, delno minimalistična in povsem minimalistična obutev).	V skupinah z minimalistično obutvijo je prišlo do večjega števila poškodb kot v skupini z nevtralno obutvijo, od tega je bilo več* poškodb v skupini z delno minimalistično kot v skupini s povsem minimalistično obutvijo. Bolečina v goleni je bila v skupini s povsem minimalistično obutvijo večja kot pri drugih dveh skupinah.
Malisoux et al., 2016	Pet skupin glede na obliko stopala in šestmesečna uporaba naključno predpisanega tipa tekaške obutve med tekom (nevtralna obutev ali obutev z elementi kontrole gibanja).	V skupini z obutvijo z elementi kontrole gibanja je bilo tveganje za poškodbe na splošno manjše kot v skupini z nevtralno obutvijo. V skupini pronatorjev je bilo manj poškodb pri tistih, ki so nosili obutev z elementi kontrole gibanja*. V skupini z nevtralno obutvijo je bilo več poškodb pri osebah s proniranim stopalom*.

*Legenda: *statistično značilna razlika; ELT = elastični lepilni trak; TS = testna skupina; KS = kontrolna skupina*

Največkrat uporabljen ocenjevalni protokol je bil FPI, uporabljeni pa so bili še NDT in položaj zadnjega dela stopala. Bolečino so ocenjevali z vidno analogno lestvico. Stopnjo tveganja za poškodbe so izračunali iz odstotkov oseb znotraj posameznih skupin z različnimi tipi tekaške obutve, ki so doživeli poškodbo, povezano s tekom. Poškodbo so definirali kot izpustitev treh zaporednih predpisanih dni treninga (24) ali kot kakršno koli bolečino v spodnjem udu ali ledveni hrbtenici, ki je bila povezana s tekom in je povzročila izpustitev treninga za najmanj en dan (30).

RAZPRAVA

Ortoze so kratkoročno zmanjšale jakost in zakasnile pojav bolečine med tekom (28) ter pozitivno vplivale tudi na prečni presek in moč intrinzičnih stopalnih mišic (15). Učinek je bil večji, ko je bila uporaba ortoze kombinirana s programom krepitve intrinzičnih stopalnih mišic (15). Vzrok večjega prečnega preseka mišic tudi v kontrolni skupini (brez vaj za krepitve intrinzičnih stopalnih mišic) je lahko bil ta, da je ortoza toliko izboljšala položaj stopala, da mišice niso bile več preraztegnjene (15) in so se okrepile že med vsakodnevnimi aktivnostmi, brez dodatnega programa krepitve. Ker so v prvi raziskavi ugotovili, da ortoza učinkovito zmanjša in zakasni pojav bolečine pri tekačih (28), v drugi pa so ugotovili, da se že zgolj ob uporabi ortoze poveča presek intrinzičnih stopalnih mišic, lahko sklepamo, da je tudi pri tekačih ortoza na začetku teka omogočila boljši položaj za učinkovito delovanje intrinzičnih stopalnih mišic, hkrati pa tudi dodatno podporo skeletu (7) in omejila obseg pronacije, ko je po določenem času prišlo do mišične utrujenosti.

Aplikacija elastičnih lepilnih trakov čez zadnji in srednji del stopala in uporaba v funkciji sta pripomogla k manj proniranemu položaju stopala po teku (29), aplikacija le čez zadnji del pa ni imela učinka na obliko stopala v mirovanju (18). Glede na to, da ni bilo učinka testnega traku oziroma je imel kontrolni trak več učinka na razporeditve pritiskov po podplatu, bi vzrok lahko bil to, da so trak aplicirali med tekom, meritev pa izvajali med hojo. Trak čez srednji del stopala (29) je bil apliciran po poteku mišice tibialis posterior, ki je glavni ekstrinzični vzdrževalec stopalnega

loka, in če je stimulacija na nezavedni ravni resnična (19), je učinek lahko posledica tega.

Dve raziskavi sta preučevali vpliv različnih tipov prilagojene tekaške obutve na pojav s tekom povezane bolečine v spodnjem udu (22, 24) ali ledveni hrbtenici (24). Pokazali sta, da se je bolečina pogosteje pojavljala pri obeh skrajnih tipih tekaške obutve (obutev z elementi kontrole gibanja in povsem minimalistična obutev) in celo pogosteje pri predpostavljenih kombinacijah oblike stopala in tekaške obutve (22). Iz tega lahko sklepamo, da je način predpisovanja tekaške obutve na podlagi oblike stopala preveč preprost in lahko povzroča celo poškodbe. Najverjetnejši vzrok pogostejše bolečine v goleni ob uporabi povsem minimalistične obutve je sprememba tekaške tehnike v dostop bolj na sprednji del stopala (26), kar skrajša dolžino koraka, stopalo je ob dostopu bolj v plantarni fleksiji in mečne mišice so ekscentrično bolj obremenjene.

Glede tveganja za poškodbe so si rezultati raziskav nasprotujoči. Ryan (22, 24) je ugotovil, da je pri osebah s proniranim stopalom stopnja tveganja pri uporabi minimalistične obutve manjša (24) v primerjavi z uporabo obutve z elementi kontrole gibanja (22), po drugi strani pa je Malisoux (30) ugotovil, da je tveganje za poškodbe pri pronatorjih statistično značilno manjše pri uporabi obutve z elementi kontrole gibanja. Vzrok različnih ugotovitev raziskav pri tveganju za poškodbe je lahko različno stroga definicija poškodbe, poleg tega v raziskavah niso uporabljali povsem enake obutve z elementi kontrole gibanja. Znotraj minimalistične obutve je do večjega števila poškodb prišlo pri uporabi delno minimalistične obutve (24). Ta tip obutve verjetno odvzame nekaj blažilnih lastnosti nevtralne obutve in hkrati ne omogoča tekaškega koraka pri bosonogem teku.

V vključenih raziskavah so ugotovili, je bila uporaba ortoze za stopalo učinkovitejša v kombinaciji s krepitvijo intrinzičnih stopalnih mišic (15), uporaba elastičnih lepilnih trakov pa učinkovitejša pri teku kot v mirovanju (29).

Po mnenju nekaterih avtorjev (16) biomehanski vzrok preobremenitvenih poškodb ni povečana pronacija, temveč pomanjkanje kontrole pronacije. Šibkost in slaba vzdržljivost mišic lahko vodita v

njihovo preobremenitev. Pasivni postopki v tem primeru pomagajo, ker pomagajo vzdrževati lok in razbremenijo mišice, vzroka pa ne odpravijo. Dolgoročna strategija torej ni omejitev z zunanjimi vplivi, temveč ponovna vzpostavitev kontrole pronacije. McKeon (7) primerja stabilnost stopalnih lokov s stabilnostjo ledvene hrbtenice. Tako, kot se morajo za bolj tekočo in varnejšo izvedbo gibov globoke trebušne mišice aktivirati pred gibi z udi (»draw-in« manever), tudi glede stopala priporoča, da se najprej vzpostavi zavedanje in nadzor gibanja ter se šele pozneje posveti hipertrofiji mišic in dinamičnim aktivnostim.

ZAKLJUČEK

Postopka, ki sta se izkazala kot najučinkovitejša, sta bila uporaba ortoze za stopalo v kombinaciji s krepitvijo intrinzičnih stopalnih mišic in aplikacija elastičnega lepilnega traku med tekom. Zgolj oblika stopala ni dovolj za predpis določenega tipa tekaške obutve. Potrebne so dodatne raziskave, ki bi preučevale učinke aktivnih in pasivnih postopkov korekcije proniranega stopala.

LITERATURA

- Earls J (2014). *Born to walk: myofascial efficiency and the body in movement*. Berkeley: Lotus publishing.
- Hamill J, Bates BT, Holt KG (1992). Timing of lower extremity joint actions during treadmill running. *Med Sci Sports Exerc* 24 (7): 807–13.
- Leung AKL, Mak AFT, Evans JH (1998). Biomechanical gait evaluation of the immediate effect of orthotics treatment for flexible flat foot. *Prosthet Orthot Int* 22 (1): 25–34. doi: 10.3109/03093649809164454.
- Souza TR, Pinto RZ, Trede RG, Kirkwood RN, Fonseca ST (2010). Temporal couplings between rearfoot shank complex and hip joint during walking. *Clin Biomech* 25 (7): 745–8. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2010.04.012.
- Tiberio D (1987). The effect of excessive subtalar joint pronation on patellofemoral mechanics: A theoretical model. *J Orthop Sports Phys Ther* 9 (4): 160–5.
- Thijs Y, De Clercq D, Roosen P, Witvrouw E (2008). Gait-related intrinsic risk factors for patellofemoral pain in novice recreational runners. *Br J Sports Med*, 42 (6): 466–71. doi: 10.1136/bjism.2008.046649.
- McKeon PO, Hertel J, Bramble D, Davis I (2014). The foot core system: a new paradigm for understanding intrinsic foot muscle function. *Br J Sports Med* 49 (5): 290–9. doi: 10.1136/bjism.2013-092690.
- Razeghi M, Batt ME (2002). Foot type classification: a critical review of current methods. *Gait Posture* 15 (3): 282–91.
- Hillstrom HJ, Song J, Kraszewski AP et al. (2013). Foot type biomechanics part 1: structure and function of the asymptomatic foot. *Gait Posture* 37 (3): 445–51. doi: 10.1016/j.gaitpost.2012.09.007.
- Razeghi M, Batt ME (2002). Foot type classification: a critical review of current methods. *Gait Posture* 15 (3): 282–91.
- Franetovich MM, McPoil TG, Russell T, Skardoon G, Vicenzino B (2007): The ability to predict dynamic foot posture from static measurements. *J Am Podiatr Med Assoc* 97: 115–20.
- Hirschmüller A, Baur H, Müller S, Helwig P, Dickhuth HH, Mayer F (2011). Clinical effectiveness of customised sport shoe orthoses for overuse injuries in runners: a randomised controlled study. *Br J Sports Med* 45 (12): 959–65. doi: 10.1136/bjism.2008.055830.
- Cheung RTH, Chung RCK, Ng GYF (2011). Efficacies of different external controls for excessive foot pronation: a meta-analysis. *Br J Sports Med* 45 (9): 743–51. doi: 10.1136/bjism.2010.079780.
- Lynn SK, Padilla RA, Tsang KKW (2012). Differences in static- and dynamic-balance task performance after 4 weeks of intrinsic-foot-muscle training: the short-foot exercise versus the towel-curl exercise. *J Sport Rehabil* 21 (4): 327–33.
- Mills K, Blanch P, Chapman AR, McPoil TG, Vicenzino B (2010). Foot orthoses and gait: a systematic review and meta-analysis of literature pertaining to potential mechanisms. *Br J Sports Med* 44(14): 1035–46. doi: 10.1136/bjism.2009.066977
- Jung DY, Koh EK in Kwon OY (2011). Effect of foot orthoses and short-foot exercise on the cross-sectional area of the abductor hallucis muscle in subjects with pes planus: A randomized controlled trial. *J Back Musculoskelet Rehabil* 24 (4): 225–31. doi: 10.3233/BMR-2011-0299.
- Jam B (2004). Evaluation and retraining of intrinsic foot muscles for pain syndromes related to abnormal control of pronation. Dostopno na: <http://www.aptei.ca/wp-content/uploads/Intrinsic-Muscles-of-the-Foot-Retraining-Jan-29-05.pdf> <19. 4. 2018>.
- Newsham KR (2010). Strengthening the intrinsic foot muscles. *Athl Ther Today* 15 (1): 32–35.
- Luque – Suarez A, Gijon – Nogueron G, Baron – Lopez FJ, Labajos – Manzanares MT, Hush J, Hancock MJ (2014). Effects of kinesiotaping on

- foot posture in participants with pronated foot: A quasi-randomised, double-blind study. *Physiotherapy* 100: 36–40. doi: 10.1016/j.physio.2013.04.005.
19. Hsu YH, Chen WY, Lin HC, Wang WT, Shih YF (2009). The effects of taping on scapular kinematics and muscle performance in baseball players with shoulder impingement syndrome. *J Electromyogr Kinesiol* 19 (6): 1092–9. doi: 10.1016/j.jelekin.2008.11.003.
 20. Morris D, Jones D, Ryan H, Ryan CG (2013). The clinical effects of Kinesio® Tex taping: a systematic review. *Physiother Theory Pract* 29(4): 259–70. doi: 10.3109/09593985.2012.731675.
 21. O’Leary K, Vorpahl KA, Heiderscheid B (2008). Effect of cushioned insoles on impact forces during running. *J Am Podiatr Med Assoc* 98 (1): 36–41.
 22. Ryan M, Valiant GA, McDonald K in Taunton J (2011). The effect of three different levels of footwear stability on pain outcomes in women runners: a randomised controlled trial. *Br J Sports Med* 45(9): 715–21. doi: 10.1136/bjmsm.2009.069849.
 23. Stacoff A, Steger J, Stussi E, Reinschmidt C (1996). Lateral stability in sideward cutting movements. *Med Sci Sports Exerc* 28 (3): 350–8.
 24. Ryan M, Elashi M, Newsham – West R in Taunton J (2014). Examining injury risk and pain perception in runners using minimalist footwear. *Br J Sports Med* 48 (16): 1257–62. doi: 10.1136/bjsports-2012-092061.
 25. Rose W, Bowler B, McGrath R, Salerno J, Wallace, Davis I (2011). Effect of footwear on balance. American society of biomechanics annual meeting. Dostopno na: <http://www.asbweb.org/conferences/2011/pdf/344.pdf> <29. 4. 2018>.
 26. Squadrone R, Gallozzi C (2009). Biomechanical and physiological comparison of barefoot and two shod conditions in experienced barefoot runners. *J Sports Med Phys Fitness* 49 (1): 6–13.
 27. Salzler MJ, Bluman EM, Noonan S, Chiodo CP, de Asia RJ (2012). Injuries observed in minimalist runners. *Foot Ankle Int* 33 (4): 262–6. doi: 10.3113/FAI.2012.0262.
 28. Shih YF, Wen YK, Chen WY (2011). Application of wedged foot orthosis effectively reduces pain in runners with pronated foot: a randomized clinical study. *Clin Rehabil* 25 (10): 913–23. doi: 10.1177/0269215511411938.
 29. Aguilar M, Abián – Vicén J, Halstead J, Gijón – Noguero G (2014). Effectiveness of neuromuscular taping on pronated foot posture and walking plantar pressures in amateur runners. *J Sci Med Sport* 19: 348–53. doi: 10.1016/j.jsams.2015.04.004.
 30. Malisoux L, Chambon N, Delattre N, Gueguen N, Urhausen A in Theisen D (2016). Injury risk in runners using standard or motion control shoes: a randomised controlled trial with participant and assessor blinding. *Br J Sports Med* 50 (8): 481–7. doi: 10.1136/bjsports-2015-095031.